



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Εργαστήριο Ατμοκινητήρων & Λεβήτων

Τομέας Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΧΕΔΟΝ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»**

Της Φοιτήτριας

ΣΟΦΙΑ Ε. ΑΠΟΛΛΩΝΑΤΟΥ

Επιβλέπων

Καρέλλας Σωτήριος, Αναπληρωτής Καθηγητής,
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| 1. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ | 10 |
| 1.1. Τι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός [1,2,12,13] | 10 |
| 1.2. Κατανομή των ανοιγμάτων και προσανατολισμός [1,12,14,15,16] | 12 |
| 1.3. Μικροκλίμα | 14 |
| 1.4. Τι είναι τα Παθητικά Συστήματα | 16 |
| 1.4.1. Ηλιακή Γεωμετρία | 16 |
| 1.4.2. Παθητικά ηλιακά συστήματα [8,12,14,15,16,18] | 18 |
| 1.4.3. Παθητική θέρμανση | 19 |
| 1.4.3.1. Σύστημα του « άμεσου ηλιακού κέρδους» | 19 |
| 1.4.3.2. Σύστημα του « έμμεσου ηλιακού κέρδους» | 23 |
| 1.4.3.3. Θερμική συμπεριφορά θερμοκηπίου [11,16] | 26 |
| 1.4.3.4. Ηλιακά Αίθρια [11,16] | 29 |
| 1.4.3.5. Το κτήριο σαν ηλιακός συλλέκτης | 29 |
| 1.5. Παθητική ή Φυσική Ψύξη | 30 |
| 1.5.1. Φυσική ψύξη από νυχτερινή κυκλοφορία αέρα | 31 |
| 1.5.2. Συστήματα παθητικής ψύξης κτηρίων | 32 |
| 1.6. Μικροκλίμα και θερμοχρωρητικότητα των κτηρίων [11,12,14,15,16,20,21] | 34 |
| 1.6.1. Φυσικός Αερισμός [11,12,14,16] | 36 |
| 1.6.2. Σκίαση και ηλιοπροστασία [1,12,14,15,16] | 39 |
| 1.6.3. Φαινόμενο Καμινάδας[11] | 42 |
| 1.6.4. Αεριζόμενο Κέλυφος[16] | 43 |
| 1.6.5. Εξατμιστική ψύξη | 43 |
| 1.6.6. Φυτεμένα Δώματα. [11,16] | 46 |
| 1.7. Θερμική μάζα [15,16] | 47 |
| 1.7.1. Θερμομόνωση Εξωτερικών Επιφανειών. [14,15,17,18,19] | 48 |
| 1.8. Φυσικός Φωτισμός [11,14,16,22] | 55 |
| 2. ΚΤΗΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ | 56 |
| 2.1. Ορισμός κτηρίων μηδενικής ενέργειας [3,4,5,6] | 56 |
| 2.2. Διαχωρισμός ανάλογα με την σύνδεση του κτηρίου στο δίκτυο [3,4,5,6] | 57 |
| 2.3. Γιατί πράσινο κτήριο; [3,4,5,6] | 60 |
| 2.4. Οφέλη των πράσινων κτιρίων σε σχέση με τα συμβατικά | 60 |
| 2.5. Τι σημαίνει αιεφόρος ανάπτυξη | 61 |
| 3. Τι είναι το LEED | 62 |
| 3.1. Διεθνή συστήματα πιστοποίησης αιεφόρων κτιρίων | 62 |
| 3.2. Έργα που έχουν πιστοποιηθεί κατά LEED | 62 |
| 3.2.1. Το LEED στην Ελλάδα | 63 |
| 3.2.2. Το LEED στην Ελληνική νομοθεσία | 63 |
| 3.2.3. Διαφορετικά συστήματα πιστοποίησης το κατάλληλο για κάθε έργο | 63 |
| 3.2.5. Διαδικασία και βαθμοί | 64 |
| 3.3. Υπολογισμό του αριθμού των χρηστών του κτηρίου | 65 |
| 3.4. Προ-απαιτούμενα | 66 |
| 3.4.1. Γενικές πληροφορίες για το έργο | 66 |
| 3.4.2. SSp1 Construction Activity Prevention | 66 |

| | |
|--|----|
| Αποφυγή μολύνσεων του περιβάλλοντος από κατασκευαστικές εργασίες | 66 |
| 3.4.3. SSc1 Site Selection | 67 |
| Επιλογή του οικοπέδου | 67 |
| 3.4.4. SSc2 Development Density and Community Connectivity | 67 |
| Πυκνότητα της ανάπτυξης και σύνδεση με την κοινότητα | 67 |
| 3.4.5. Alternative Transportation | 68 |
| Εναλλακτικά μέσα μεταφοράς | 68 |
| 3.4.6. SSc4.1 Public Transportation Access | 68 |
| Πρόσβαση σε μέσα μαζικής μεταφοράς | 68 |
| 3.4.7. SSc4.2 Bicycle storage and changing rooms | 68 |
| Θέσεις στάθμευσης για ποδήλατα και αποδυτήρια | 68 |
| 3.4.8. SSc4.3 Low emitting and fuel efficient vehicles | 69 |
| Παροχή κινήτρου για τη χρήση αυτοκινήτων χαμηλών εκπομπών ρύπων | 69 |
| 3.4.9. SSc4.4 Parking Capacity | 69 |
| Χωρητικότητα του χώρου στάθμευσης | 69 |
| 3.5. Site Development | 70 |
| Ανάπτυξη οικοπέδου | 70 |
| 3.5.1. SSc5.1 Protect or restore habitat | 70 |
| Προστασία ή αποκατάσταση βιοτόπων | 70 |
| 3.5.2. SSc5.2 Maximize open space | 70 |
| Πρόβλεψη ακάλυπτων χώρων | 70 |
| 3.6. Storm water Design | 71 |
| Διαχείριση όμβριων | 71 |
| 3.6.1. SSc6.1 Quantity control | 71 |
| Έλεγχος της ποσότητας | 71 |
| 3.6.2. SSc6.2 Quality control | 72 |
| Έλεγχος ποιότητας | 72 |
| 3.7. Heat Island Effect | 72 |
| Αποφυγή του φαινομένου της θερμικής νησίδας | 72 |
| 3.7.1. SSc7.1 Nonroof | 72 |
| Επιφάνειες στον περιβάλλοντα χώρο και θέσεις στάθμευσης | 72 |
| 3.7.2. SSc7.2 Roof | 73 |
| Σχετίζεται με την επιφάνεια δώματος | 73 |
| 3.8. SSc8 Light pollution reduction | 73 |
| Μείωση της φωτορύπανσης | 73 |
| 3.9. Εξοικονόμηση νερού | 75 |
| 3.9.1. WEp1/c3 Μείωση της κατανάλωσης ποσίου νερού | 76 |
| 3.9.2. WEc1 Μείωση της κατανάλωσης πόσιμου νερού για πότισμα | 77 |
| 3.9.3. WEc2 Τεχνολογίες επεξεργασίας ακαθάρτων | 77 |
| 3.10. Energy and Atmosphere | 77 |
| 3.10.1. EAp1 Λειτουργική παραλαβή των συστημάτων | 77 |
| 3.10.2. EAp2 Minimum energy performance | 78 |
| Ελάχιστη ενεργειακή απόδοση | 78 |
| 3.10.3. EAp3 Fundamental refrigerant management | 78 |
| Διαχείριση των μέσων ψύξης | 78 |
| 3.10.4. EAc2 On-site renewable energy | 78 |

| | |
|---|----|
| Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας | 78 |
| 3.10.5. EAc4 Enhanced refrigerant management | 79 |
| Διαχείριση των μέσω ψύξης | 79 |
| 3.10.6. EAc5.1 Measurement and verification – base building | 79 |
| Μέτρηση και επιβεβαίωση – βασικό κτήριο | 79 |
| 3.10.7. EAc5.2 Measurement and verification – tenant submetering | 80 |
| Μέτρηση και επιβεβαίωση – εγκατάσταση ενδιάμεσων μετρητών | 80 |
| 3.10.8. EAc6 Green Power | 80 |
| Αγορά ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές | 80 |
| 3.11. Materials and Resources (Υλικά και πηγές) | 80 |
| 3.11.1. MRp1 Storage and Collection of Recyclables | 80 |
| Πρόβλεψη χώρων και διαδικασιών ανακύκλωσης | 80 |
| 3.11.2. MRc2 Construction Waste Management | 81 |
| Διαχωρισμός εργοταξιακών απορριμμάτων για ανακύκλωση | 81 |
| 3.11.3. MRc3 Materials Reuse | 82 |
| Επαναχρησιμοποίηση υλικών | 82 |
| 3.11.4. MRc4 Recycled Content | 82 |
| Ανακυκλωμένο Περιεχόμενο | 82 |
| 3.11.5. MRc5 Regional materials | 83 |
| Υλικά της περιοχής | 83 |
| 3.11.6. MRc6 Certified Wood | 83 |
| Πιστοποιημένη ξυλεία | 83 |
| 3.12. Indoor Environmental Quality | 83 |
| Ποιότητα Εσωτερικού περιβάλλοντος | 83 |
| 3.12.1. Qp1 Minimum Indoor Air Quality Performance | 83 |
| Ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας εσωτερικού αέρα | 83 |
| 3.12.2. EQp2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control | 84 |
| Έλεγχος του παθητικού καπνίσματος | 84 |
| 3.12.3. EQc1 Outdoor air delivery monitoring | 84 |
| Παρακολούθηση της παροχής του εξωτερικού αέρα | 84 |
| 3.12.4. EQc2 Increased Ventilation | 84 |
| Αυξημένος αερισμός | 84 |
| 3.12.5. EQc3 Construction IAQ management plan – during construction | 85 |
| Διαχείριση της ποιότητας εσωτερικού αέρα κατά την κατασκευή | 85 |
| 3.12.6. Low – Emitting Materials | 85 |
| Υλικά χαμηλών εκπομπών | 85 |
| 3.12.7. EQc4.1 Adhesives and Sealants | 86 |
| Κόλλες και Στεγανωτικά | 86 |
| 3.12.8. EQc4.2 Paints and Coatings | 86 |
| Επιχρίσματα | 86 |
| 3.12.9. EQc4.3 Flooring System | 87 |
| Επικαλύψεις Δαπέδων | 87 |
| 3.12.10. EQc4.4 Composite Wood and Agrifiber Products | 87 |
| Σύνθετα προϊόντα φυτικών ινών ή ξυλείας | 87 |
| 3.12.11. EQc5 indoor chemical and pollutant source control | 87 |
| Έλεγχος εσωτερικών πηγών χημικών ουσιών και μολύνσεων | 87 |

| | |
|---|-----|
| 3.13. EQc6 Controllability of systems – thermal comfort | 88 |
| Δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης της θερμικής άνεσης | 88 |
| 3.13.1. EQc7 Thermal comfort – design | 88 |
| Συνθήκες θερμικής άνεσης στη μελέτη | 88 |
| 3.14. Daylight and Views | 89 |
| Φυσικός φωτισμός και θέα | 89 |
| 3.14.1. EQc8.1 Daylight | 89 |
| Φυσικός φωτισμός | 89 |
| 3.14.2 EQc8.2 Views | 89 |
| Θέα | 89 |
| 3.15. Innovation and design process | 90 |
| Καινοτομία και διαδικασία σχεδιασμού | 90 |
| 4. Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας | 91 |
| 4.1. Γεωθερμία [7,8] | 91 |
| 4.2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ [7,8,10,24,25] | 93 |
| 4.2.. Αρχές λειτουργίας, τεχνολογίας φωτοβολταϊκών | 95 |
| 4.3. Χαρακτηριστικά μεγέθη φωτοβολταϊκών | 97 |
| 4.4. Ενεργειακή συμπεριφορά Φ/Β με μεταβαλλόμενες εξωτερικές συνθήκες | 99 |
| 4.5. Σύνδεση φωτοβολταϊκών στοιχείων | 103 |
| 4.6. Εκτίμηση διαστάσεων φωτοβολταϊκής εγκατάστασης | 103 |
| 4.7. Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στα κτήρια | 106 |
| 5. Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας | 107 |
| 5.1. Γενικές αρχές και τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας [30,31] | 107 |
| 5.1.1. Έννοια και περιεχόμενο της εξοικονόμησης ενέργειας. | 107 |
| 5.1.2. Προτεραιότητες μέτρων και επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας | 109 |
| 5.1.2.1. Ελαχιστοποίηση της ενεργειακής ζήτησης του κτηρίου. | 109 |
| 5.1.2.2. Εκμετάλλευση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) | 109 |
| 5.1.2.3. Αποδοτική ορθολογική χρήση της ενέργειας : | 110 |
| 5.2. Επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση κτιρίων από τον σχεδιασμό & διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων [30,31] | 110 |
| 5.2.1. Παράμετροι σχεδιασμού και διαστασιολόγησης Η/Μ εγκαταστάσεων που σχετίζονται με επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτήριο. | 111 |
| 5.3. Συστήματα παραγωγής θερμότητας – ψύξη υψηλής απόδοσης – τεχνολογίες, απόδοσεις – κριτήριο επιλογής συστημάτων [31,32] | 113 |
| 5.3.1. Γενικά ενεργειακά χαρακτηριστικά συστημάτων Θ-Ψ-Κ υψηλής απόδοσης | 113 |
| 5.3.2. Συστήματα θέρμανσης υψηλής απόδοσης | 113 |
| 5.3.3. Συστήματα ψύξης – κλιματισμού υψηλής απόδοσης | 114 |
| 5.3.3.1. Η ενεργειακή κατάταξη των συσκευών ψύξης – κλιματισμού | 114 |
| 5.3.3.2. Ολοκληρωμένα συστήματα κλιματισμού υψηλής απόδοσης | 115 |
| 5.3.4. Εναλλακτικά συστήματα Ψύξης – Κλιματισμού [32,31] | 117 |
| 5.3.4.1. Εξατμιστική ψύξη | 117 |
| 5.3.4.2. Ψύξη αφύγρανσης (με υγροσκοπικά υλικά) | 118 |
| 5.3.4.3. Εξοικονομητές νερού | 118 |
| 5.4. Ανάκτηση θερμότητας – Ενθαλπίας σε εγκαταστάσεις μηχανικού αερισμού [32,31] | 118 |
| 5.4.1. Γενικά | 118 |
| 5.4.2. Εναλλάκτες προθέρμανσης / πρόψυξης νωπού αέρα | 119 |

| | |
|--|-----|
| 5.4.2.1. Εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα, πλακοειδείς. | 119 |
| 5.4.2.2. Εναλλάκτες θερμότητας αέρα/νερού | 120 |
| 5.4.2.3. Αναγεννητικοί εναλλάκτες θερμότητας | 120 |
| 5.4.3. Εξοικονομητές αέρα | 121 |
| 5.5. Φυσικός αερισμός κτηρίων –Νυχτερινός αερισμός | 122 |
| 5.5.1. Αερισμός και θερμική άνεση | 122 |
| 5.5.2. Νυχτερινός αερισμός | 122 |
| 5.6. Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας/ ψύξης [33] | 124 |
| 5.7. Ηλεκτρικές συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης [34] | 128 |
| 5.8. Εξοικονόμηση ενέργειας στον φωτισμό | 131 |
| 5.8.1. Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού [38,39] | 131 |
| 5.8.2. Χρησιμοποίηση φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων υψηλής απόδοσης[38,39] | 132 |
| 5.9. Διαχείριση συστήματος φωτισμού [38,39] | 135 |
| 5.10. Εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγή ΖΝΧ [35,36] | 137 |
| 5.11 Αυτοματισμοί [37] | 139 |
| 5.11.1. Σχεδιασμός κεντρικών διατάξεων αυτοματισμού | 139 |
| 5.11.1.1. Κεντρικά συστήματα αυτόματου ελέγχου κτηριακών εγκαταστάσεων | 140 |
| 5.11.1.2. Θερμοστατικές ρυθμίσεις | 143 |
| 5.11.2. Συστήματα ελέγχου φωτισμού | 143 |
| 5.11.2.1. Βασικές στρατηγικές ελέγχου. | 144 |
| 5.11.2.2. Αισθητήρες και πίνακες ελέγχου | 144 |
| 6. Μεθοδολογία και σκοπός της εργασίας | 1 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ | 2 |
| Μελέτη ενεργειακής απόδοσης | 2 |
| A.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| A.2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ | 4 |
| A2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ | 4 |
| A2.2 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ | 4 |
| A3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ | 5 |
| A3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ | 6 |
| A3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ | 6 |
| A3.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ | 6 |
| A3.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ | 7 |
| A3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ | 7 |
| A3.6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ | 7 |
| A3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ | 7 |
| A4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ | 7 |
| A4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ | 11 |
| A4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ | 11 |
| A4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ | 15 |
| A4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ | 17 |
| A5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ | 18 |
| A5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ | 19 |

| | |
|---|----|
| A51.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | 19 |
| A5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ | 20 |
| A5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ | 21 |
| A.5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ | 22 |
| A5.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΝΧ | 22 |
| A5.2.2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ | 23 |
| A5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ | 25 |
| A5.4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ | 27 |
| A5.5. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ | 27 |
| A.6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ | 27 |
| A6.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | 27 |
| A6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ | 27 |
| A6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ | 28 |
| A6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ | 28 |
| A6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ | 30 |
| A6.3.3. Κτηριακό κέλυφος κτηρίου | 31 |
| A6.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | 31 |
| A6.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος | 37 |
| A6.3.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους | 37 |
| A6.3.3.4. Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων | 39 |
| A6.3.3.5. Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων | 40 |
| A6.3.3.6. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία | 40 |
| A6.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου | 43 |
| A6.3.4.1. Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων | 43 |
| A6.3.4.2. Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων | 44 |
| A6.3.4.3. Δεδομένα για σύστημα αερισμού | 45 |
| A6.3.4.4. Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης | 45 |
| A6.3.4.5. Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών | 46 |
| A6.3.4.6. Δεδομένα για σύστημα φωτισμού | 47 |
| A6.3.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς | 47 |
| A7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ | 48 |
| A 7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 48 |
| 7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ | 51 |
| A8. Μέτρα για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου | 52 |
| A8.1. Σενάριο 1 | 52 |
| A8.1.1. Ενεργειακή κατάταξη χρήση κτηρίου | 55 |
| A8.2. Σενάριο 2 | 56 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 56 |
| A8.2.1 Ενεργειακή κατάταξη χρήση κτηρίου | 59 |
| A8.3. Σενάριο 3 | 60 |
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 60 |
| A8.3.1. Ενεργειακή κατάταξη χρήση κτηρίου | 63 |
| A9. Ανάλυση ενεργειακών αποτελεσμάτων | 64 |
| A10. ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ | 67 |

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στις μέρες μας ο ΚΤΗΡΙΑ κός τομέας εμφανίζει μεγάλο ρυθμό αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας. Πάνω από το 40% της καταναλισκόμενης ενέργειας, χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση των κτιρίων, ενώ τα καύσιμα, για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας, θερμικής και ηλεκτρικής, ευθύνονται για το 50% των εκπομπών αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου οφείλεται κατά κύριο λόγο στο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και σε άλλα αέρια όπως το μεθάνιο και τα οξείδια του αζώτου (NO_x), τα οποία προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, για την παραγωγή ενέργειας. Το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Η ανθρώπινη δραστηριότητα αύξησε κατά 25% τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα τις τελευταίες δεκαετίες με αποτέλεσμα κάθε χρόνο να εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα περίπου έξι δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα. Η κατάσταση αυτή, εάν συνεχιστεί με τους ίδιους ρυθμούς εκτιμάται ότι θα προκαλέσει την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης κατά 2-6°C τον επόμενο αιώνα.

Τα αέρια αυτά επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία, απειλούν το οικοσύστημα του πλανήτη και προκαλούν την αύξηση της θερμοκρασίας της γης, με καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον και την οικονομία.

Τα κτήρια αποτελούν έναν μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή, που ταυτοχρόνως διαθέτει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με την χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.

Ιδιαίτερη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου έχει η χρήση τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού. Με τον όρο αυτό περιγράφεται ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνει υπόψη το τοπικό κλίμα, επιδιώκει την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών εσωτερικής άνεσης με την αξιοποίηση των διαθέσιμων φυσικών πηγών και την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Στα πλαίσια της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και συνεπώς και των εκπομπών CO_2 μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των ενεργειακών τεχνολογιών στο δομημένο περιβάλλον. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι είναι δυνατή η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτήρια σε ποσοστό 30%.

1. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

1.1. Τι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός [1,2,12,13]

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτηρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων), με βάση το **τοπικό κλίμα**, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών **θερμικής και οπτικής** άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά **φαινόμενα** του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτήρια με στόχο **την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών** (π.χ. ήλιο, αέρα –άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων.



Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής **κατανάλωσης ενέργειας** σε εθνικό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή είτε σε μορφή **θερμικής** (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή **ηλεκτρικής ενέργειας**, έχει ως αποτέλεσμα εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, και την **μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας** με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτήρια μπορεί να επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο σχεδιασμό των κτιρίων (**βιοκλιματική αρχιτεκτονική - παθητικά συστήματα**) σε συνδυασμό με διάφορες τεχνικές μεθόδους και συστήματα. Συνολικά στην Ελλάδα το εμβαδόν της κτισμένης έκτασης ανέρχεται στα 391.000.000 m², από την οποία τα κτήρια γραφείων καταλαμβάνουν το 20%.

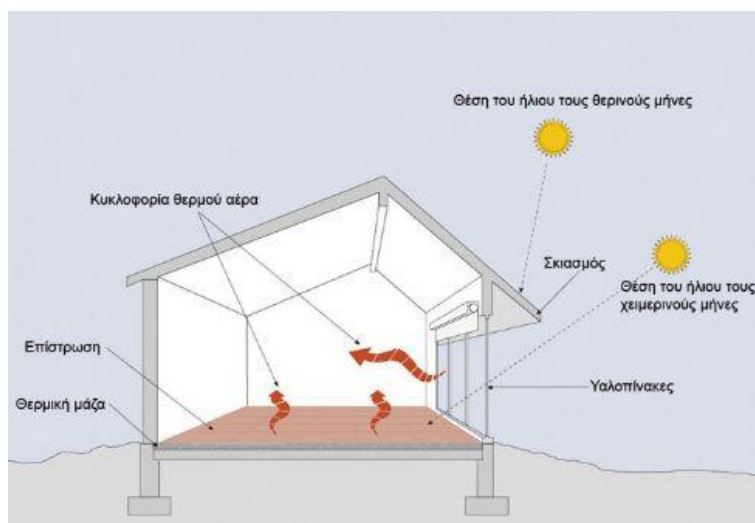
Ειδικότεροι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι :

Το χειμώνα

- Η εξασφάλιση **ηλιασμού**
- Η **προστασία** από τους δυνατούς **ανέμους**
- Η **ελαχιστοποίηση** των απωλειών **θερμότητας**

Το καλοκαίρι

- Η **προστασία** από τον **ήλιο**
- Η **εκμετάλλευση** των δροσερών **ανέμων**
- Η **απομάκρυνση** της πλεονάζουσας **θερμότητας**



Η νότια πλευρά του κτηρίου θα πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση.

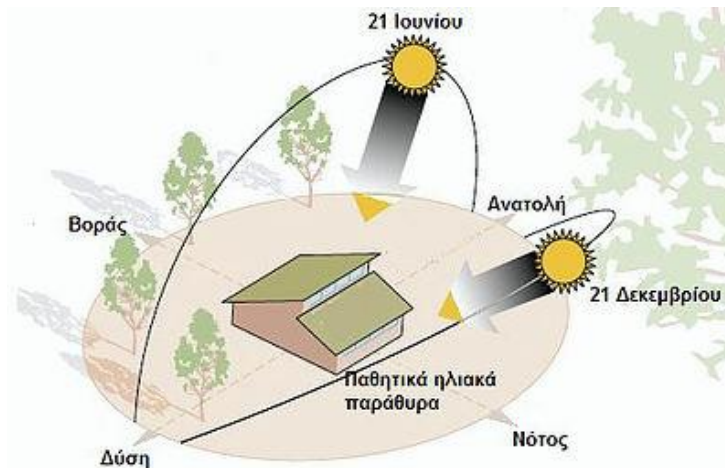
Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στις παρακάτω αρχές :

- **Θερμική προστασία των κτηρίων** τόσο τον χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με την χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτηρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη **θερμομόνωση** και **αεροστεγάνωση** του κτηρίου και των ανοιγμάτων.
- **Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας** για την **θέρμανση** των κτηρίων τη χειμερινή περίοδο και τον **φυσικό φωτισμό** όλο τον χρόνο.
- **Προστασία** των κτηρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της **σκίασης**, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- **Απομάκρυνση της θερμότητας** που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτήριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές **παθητικού δροσισμού**, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως με τον **φυσικό αερισμό** της **νυχτερινές ώρες**.
- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτήρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτήρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Η θερμική προστασία του κελύφους εξασφαλίζεται κυρίως με την χρήση κατάλληλων δομικών και μονωτικών υλικών για την επαρκή θερμομόνωση του κτηρίου την αποφυγή θερμογεφυρών του κτηρίου την χρήση επιχρισμάτων και χρωματισμών ψυχρών βαφών μεγάλης ανακλαστικότητας για τις προσήλιες τους θερινούς μήνες, εξωτερικές επιφάνειες τοίχων και ταρατσών, την χρήση διπλών υαλοπινάκων και αεροστεγών κουφωμάτων για τον περιορισμό των σημαντικότερων απωλειών των ανοιγμάτων και τέλος την φύτευση του δώματος όπου αυτό είναι εφικτό .

1.2. Κατανομή των ανοιγμάτων και προσανατολισμός [1,12,14,15,16]

Ο προσανατολισμός και η μορφή του κτηρίου είναι κύριοι παράγοντες της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Οι εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου, τα ανοίγματα, ο όγκος και ο προσανατολισμός του είναι τα στοιχεία που καθορίζουν τις θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη του κτηρίου. Ο καλύτερος προσανατολισμός ενός κτηρίου για την εύκρατη ζώνη είναι ο νότιος με απόκλιση 30° ανατολικά ή δυτικά.



Στην θερινή περίοδο οι νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές όψεις δέχονται το μέγιστο ημερήσιο άθροισμα θερμότητας από ηλιακή ακτινοβολία. Ενώ την ίδια χρονική περίοδο, την ελάχιστη θερμική επιβάρυνση δέχεται η νότια όψη λόγω της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας υπό μικρή γωνία, και εξαιτίας της μεγάλης ανάκλασης μειώνετε η αποτελεσματικότητά της. Το καλοκαίρι ο ήλιος κινείται ψηλά, πάνω από τα κτήρια με μικρή κλίση προς το νότο και το μεσημέρι η ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν παράλληλη προς την νότια πλευρά.

Αντίθετα τον χειμώνα ο ήλιος κινείται χαμηλά στον ορίζοντα με αποτέλεσμα οι ακτίνες να προσπίπτουν στην νότια πλευρά των κτηρίων σχεδόν κάθετα .

Η νότια όψη στην περίπτωση που δεν σκιάζεται από διάφορα εμπόδια, δέχεται την μέγιστη μέση ετήσια τιμή της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ακτινοβολούμενη θερμότητα του καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο είναι μικρότερη από ότι τους χειμερινούς μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο. Οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται τον Οκτώβριο και τον Φεβρουάριο. Επομένως η ηλιοπροστασία για την Νότια όψη του κτηρίου το καλοκαίρι είναι απαραίτητη και μπορεί εύκολα να γίνει με ένα οριζόντιο σκίαστρο το οποίο είναι αποτελεσματικό το καλοκαίρι ενώ παράλληλα επιτρέπει τον ηλιασμό κατά την διάρκεια του χειμώνα λόγω της χαμηλότερης τροχιάς του ήλιου κατά την χειμερινή περίοδο.

Συμπερασματικά για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτηρίου θα πρέπει να γίνει :

- ανάπτυξη του κτηρίου κατά άξονα ανατολή – δύση με απόκλιση μέχρι 25% ώστε να μεγιστοποιηθούν τα ηλιακά οφέλη της νότιας όψης.
- Εκμετάλλευση της διαφορετικής στάθμης του ήλιου το καλοκαίρι και το χειμώνα με οριζόντια σκίαση των ανοιγμάτων προς τον νότο.



- Εκμετάλλευση των ανέμων διανομή των ανοιγμάτων ανάλογα με την κατεύθυνση τους.
- Για μείωση των απωλειών, κατά προτίμηση τα ανοίγματα να μην καταλαμβάνουν συνολικά πάνω από το 40% της επιφάνειας των τοίχων .

Το ελληνικό κλίμα χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες με μεγάλη ημερήσια ηλιοφάνεια και σχετικά χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες ενώ τα καλοκαίρια είναι θερμά με αρκετά χαμηλές για την εποχή νυχτερινές θερμοκρασίες.

Τα κλιματικά χαρακτηριστικά του Ελλαδικού χώρου καθιστούν την Ελλάδα ιδανική χώρα για την επίτευξη ενεργειακής επάρκειας των κτηρίων μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

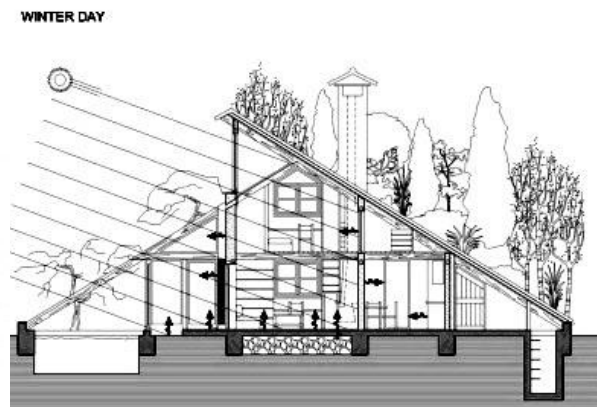
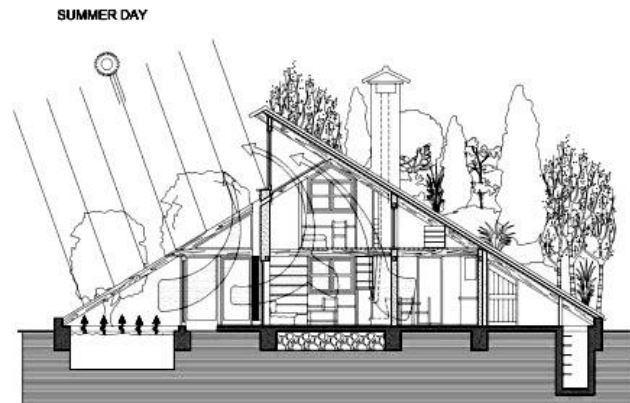
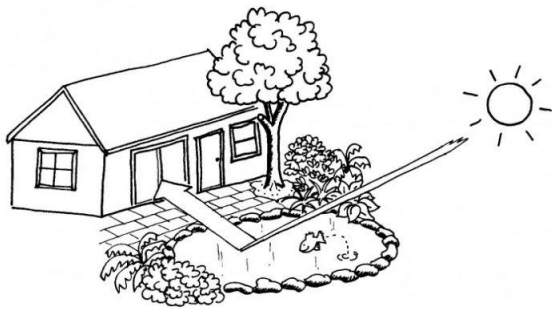
1.3. Μικροκλίμα

Ανάλυση των δεδομένων

- Κατεύθυνση ανέμων
- Ηλιασμός
- Σκίαση

Σχεδιαστικά μέτρα

- Χρήση φυτών
- Χρήση υδάτινων επιφανειών
- Χρήση υλικών και χρωμάτων



Η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για **ηλιοπροστασία**, **σκίαση** και **προστασία από τους ανέμους**. Έτσι συνίσταται η φύτευση μεγάλων **φυλλοβόλων δένδρων** στις **νότιες** και **δυτικές** πλευρές του κτηρίου. Σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο εμπόδιο στην νότια πλευρά του οικοπέδου (πχ. μια γειτονική κατοικία) το οποίο ενδεχομένως να εμποδίσει τον ηλιασμό του κτηρίου κατά τους χειμερινούς μήνες, επιλέγουμε απόσταση ανάμεσα στο εμπόδιο και το κτήριο τουλάχιστον μιάμιση φορά το ύψος του εμποδίου.

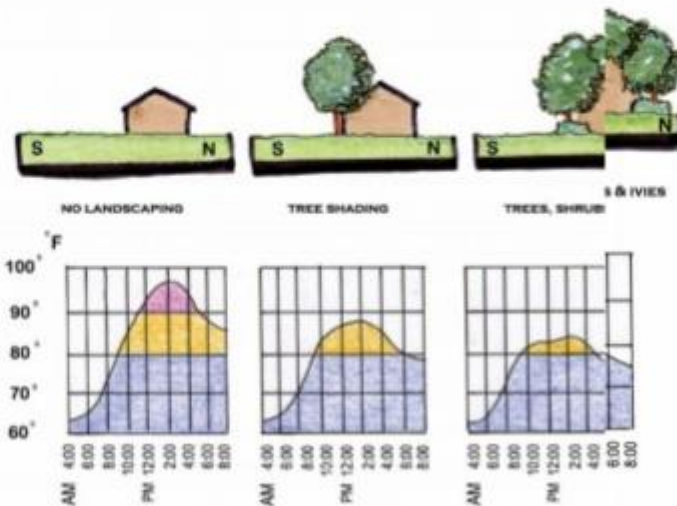


Η επίδραση των χωρών πρασίνου στο μικρόκλιμα (θερμομόνωση)

□ Οι χώροι πρασίνου στα πλαίσια μιας πόλης μετριάζουν την θερμοκρασία αέρα (χαμηλότερη **2-3 °C** το καλοκαίρι ενώ τις νύχτες του χειμώνα υψηλότερη)

□ Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εξατμισοδιαπνοής και της σκίασης των δένδρων (μείωση ηλιακής ακτινοβολίας)

LANDSCAPING EFFECTS ON HOME TEMPERATURES



ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ ΤΑ ΦΥΛΛΟΒΟΛΛΑ ΔΕΝΔΡΑ ΕΠΙΤΡΕΠΟΥΝ ΤΙΣ ΑΚΤΙΝΕΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΝΑ ΠΕΡΑΣΟΥΝ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΑΝΤΙΘΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ΠΟΥ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ ΠΑΧΙΑ ΣΚΙΑ ΚΑΙ ΔΡΟΣΙΑ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΛΟΥΣΙΑ ΚΟΡΗ ΤΟΥΣ.



1.4. Τι είναι τα Παθητικά Συστήματα

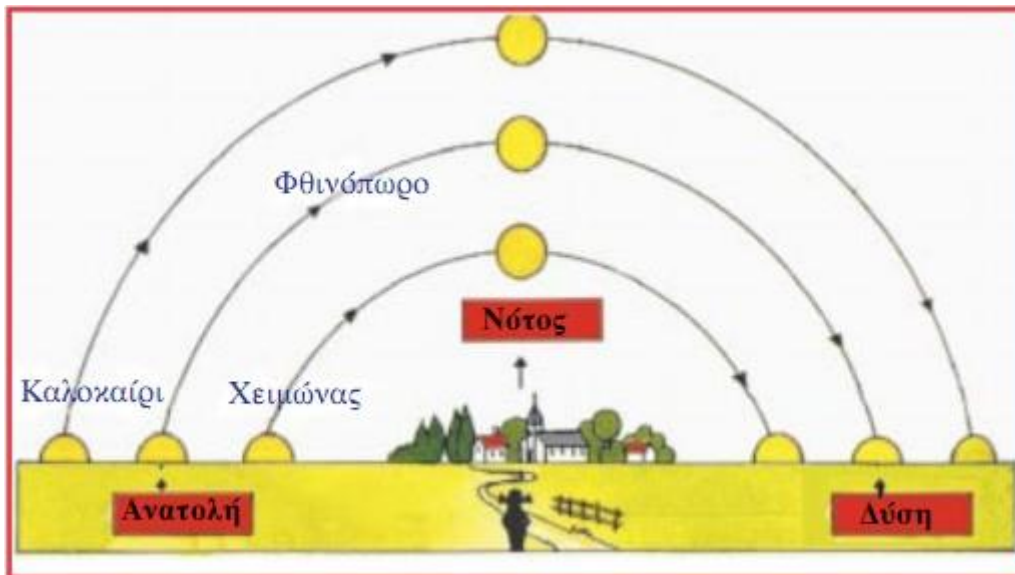
Θέρμανσης – Δροσισμού – Φωτισμού

Τα παθητικά Συστήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες

- Παθητικά **Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης**
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές **Φυσικού Δροσισμού**
- Συστήματα και τεχνικές **Φυσικού Φωτισμού**

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτηρίου συνεπάγεται της συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των συστημάτων, ώστε να συνδυάζονται θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

1.4.1. Ηλιακή Γεωμετρία



Ο σωστός ηλιασμός των κτιρίων αποτελεί ένα από τα βασικά ζητούμενα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω κατάλληλου σχεδιασμού των κτιρίων μπορεί να συμβάλλει, πρώτον, στην διασφάλιση αποδεκτών εσωκλιματικών συνθηκών (συνθήκες οπτικής και θερμικής άνεσης) και δεύτερον μέσω της ορθής θερμικής συμπεριφοράς του κτηρίου στον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας.

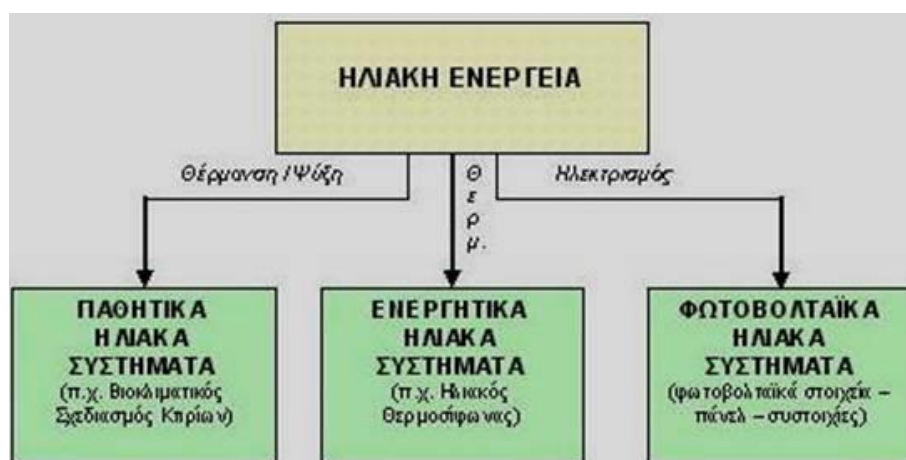
Για να κατανοηθεί η επίδραση του ήλιου στο σχεδιασμό ενός κτηρίου θα πρέπει να είναι γνωστή η θέση του, δηλαδή το ύψος του στον ουρανό και η κατεύθυνση του ανά ημέρα και ανα εποχή. Για τον ακριβή υπολογισμό της θέσης του ήλιου για κάθε μήνα του χρόνου και για κάθε ώρα της ημέρας υπάρχουν τα ηλιακά διαγράμματα ανά γεωγραφικό πλάτος καθώς και υπολογιστικά προγράμματα. Με τα διαγράμματα αυτά ορίζεται η θέση και το ύψος του ήλιου για κάθε μήνα συνήθως την 21^η του μήνα.

Σε κάθε ηλιακό χάρτη απεικονίζονται επτά φαινόμενες τροχιές του ήλιου, από τις οποίες αυτή του Δεκεμβρίου έχει την μικρότερη και χαμηλότερη τροχιά (χειμερινό ηλιοστάσιο) ενώ του Ιουνίου έχει την μεγαλύτερη και υψηλότερη (εαρινό ηλιοστάσιο). Η θέση του ήλιου κάθε στιγμή ορίζεται από την θέση αζιμουθίου και την γωνία ύψους.

Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ένα κτήριο εξαρτάται από την ώρα της ημέρας, την ημέρα το χρόνο και το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

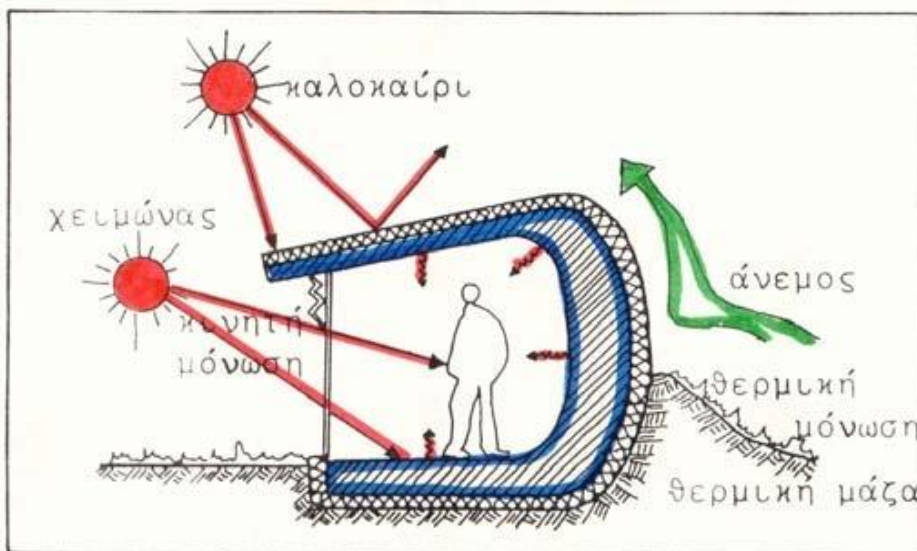
Στο βόρειο ημισφαίριο οι Νότιες όψεις δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία ενώ το αντίθετο συμβαίνει στο νότιο ημισφαίριο. Όσο αυξάνει το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου στο βόρειο ημισφαίριο τόσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι και αντίστοιχα τόσο μικρότερη τον χειμώνα.

Από την ηλιακή ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον ήλιο, το 46% είναι το ορατό φως, και το 49% είναι η υπέρυθη ακτινοβολία αυτό δηλαδή που εμείς αισθανόμαστε ως θερμότητα. Το 35% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται από τα σύννεφα και την ατμοσφαιρική σκόνη προς το διάστημα ενώ το υπόλοιπο φθάνει στην γή ως άμεση και διάχυτη ακτινοβολία. Η άμεση ακτινοβολία είναι αυτή που εκμεταλλευόμαστε για τα άμεσα και έμμεσα ηλιακά κέρδη.

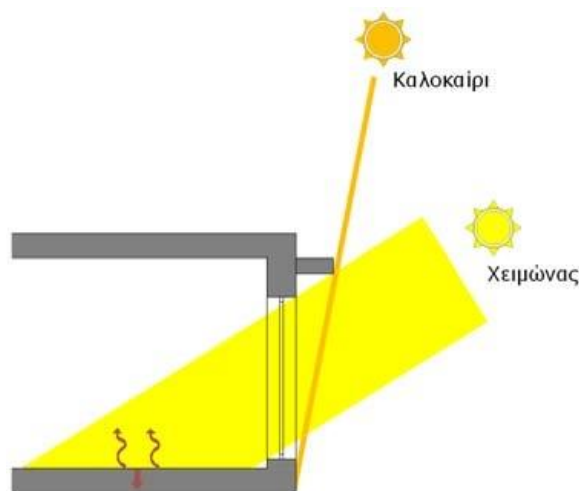


1.4.2. Παθητικά ηλιακά συστήματα [8,12,14,15,16,18]

Η κατασκευή των σπιτιών επηρεάζεται ανέκαθεν από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε τόπου και ιδιαίτερα από τον ήλιο, ήταν δηλαδή κατασκευή εναρμονισμένη προς το φυσικό περιβάλλον και προσέφερε στα άτομα μια συνεχή, ανεξάρτητη από το χρόνο, δυναμική ζωτική ενέργεια. Κάθε σπίτι μπορούσε να επωφεληθεί από τον ήλιο και το εξωτερικό περίβλημά του μπορούσε να απορροφήσει θερμότητα και να την μεταφέρει στο εσωτερικό του.



Αργότερα οι άνθρωποι έμαθαν να εκμεταλλεύονται τον ήλιο για να βελτιώσουν τις εσωτερικές συνθήκες της κατοικίας τους, με την εκλογή των κατάλληλων υλικών κατασκευής και στον προσανατολισμό του σπιτιού τους. Η θέρμανση είναι η πιο πρόδηλη πλευρά της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία μέσα από τα παράθυρα, τους τοίχους, τα υαλόφρακτα γενικά ανοίγματα και το δάμα δίνει τη δυνατότητα δραστηρικής ελαττώσεως της ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων και την κάλυψη όλων σχεδόν των αναγκών του που απαιτούν ενέργεια.



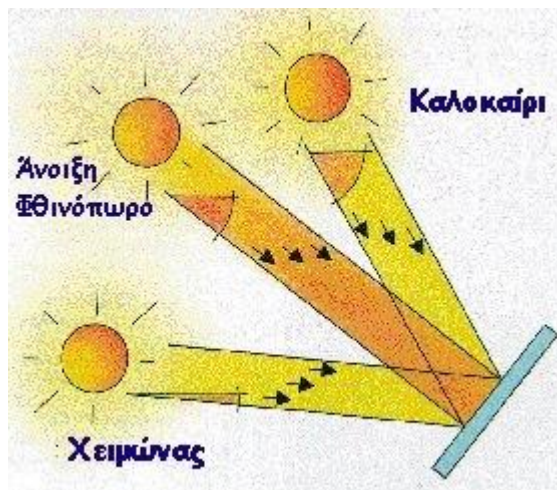
Όταν σε έναν κτήριο η ροή θερμότητας γίνεται με φυσικούς τρόπους, όπως δια της αγωγής, μεταφοράς και ακτινοβολίας, η ηλιακή ενέργεια συνεισφέρει πάνω από το μισό της ολικής

εξωτερικής ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση, το κτήριο θεωρείται σαν ηλιακή παθητική κατασκευή.

Από τις πολλές κατασκευές που έγιναν τα τελευταία χρόνια σε πολλά μέρη του κόσμου και από τις μαρτυρίες των ατόμων που κατοικούν σε αυτές, αποδεικνύεται ότι η παθητική συλλογή ενέργειας δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, αναφορικά με την θερμική άνεση και ιδιαίτερα την ελάττωση της δαπάνης καυσίμων. Το σύστημα αυτό είναι το πλέον οικονομικό για την θέρμανση όπως και για τον δροσισμό των κτιρίων, γιατί δεν απαιτεί μηχανικά μέρη, όπως συλλέκτες, αντλίες, ανεμιστήρες κ.τ.λ.. Με την χρησιμοποίηση κατάλληλων υλικών και της σχετικής τεχνολογίας αφήνεται στη φύση να εκτελέσει τα υπόλοιπα. Πράγματι το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται ένα κτήριο μέσα από τα μεσημβρινά παράθυρα μετατρέπεται σε θερμότητα, απορροφάται και αποταμιεύεται στα βαριά υλικά της κατασκευής, το μπετόν, την πέτρα, τα τούβλα για να χρησιμοποιηθεί αργότερα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτήρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και την παροχή φυσικού φωτισμού. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και την διανέμουν στον χώρο.

- Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί.
- Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα, κατά την μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας τον χειμώνα.
- Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων (κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα) η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες.
- Ένα νότιο σκίαστρο εξωτερικά μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο



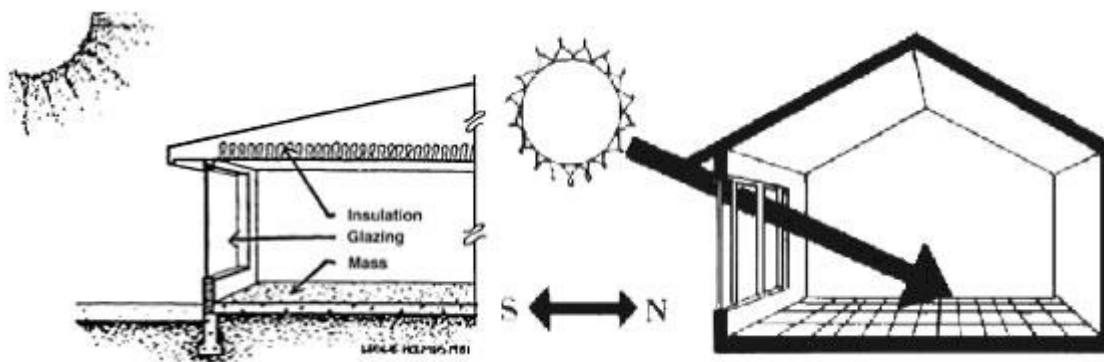
1.4.3. Παθητική θέρμανση

Η παθητική συλλογή ηλιακής ενέργειας γίνεται με τα εξής συστήματα :

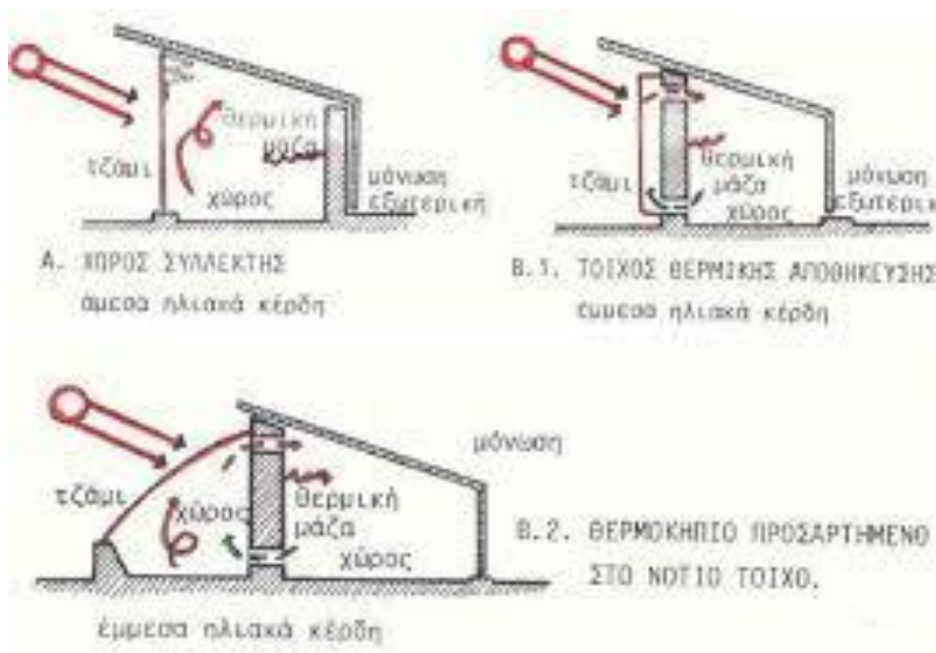
1.4.3.1. Σύστημα του « άμεσου ηλιακού κέρδους»

Το σύστημα αυτό είναι το απλούστερο, γιατί δεν απαιτεί παρά μόνο μεγάλη υαλόφρακτη επιφάνεια (παράθυρα με διπλά τζάμια), προσανατολισμένη προς την μεσημβρία και

μονωμένα εξωτερικά με σημαντική θερμική μάζα από μπετόν, τούβλα ή πέτρα με τα οποία θα είναι κατασκευασμένα κυρίως τα δάπεδα και οι τοίχοι.



Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου σχεδόν πάντα θετικά, ανεξάρτητα αν ο σχεδιασμός του είναι συμβατικός ή βιοκλιματικός. Τα κτήρια αυτής της κατηγορίας θα πρέπει να είναι καλά μονωμένα με μια σχετικά μεγάλη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με τζάμι που θα δέχεται τις ακτίνες του χειμερινού ήλιου υπό μικρή γωνία πρόσπτωσης.



Τα συστήματα άμεσου κέρδους χρησιμοποιούν τους χώρους που καταλαμβάνει το κτήριο για την συλλογή, την αποθήκευση και την διανομή της ηλιακής θερμότητας και εφόσον είναι σωστά σχεδιασμένα, μπορεί να αποτελέσουν μια πολύ αποτελεσματική και πρακτική λύση ενεργειακή εξοικονόμησης. Το θέρος, το μεγάλο ύψος του ήλιου περιορίζει την

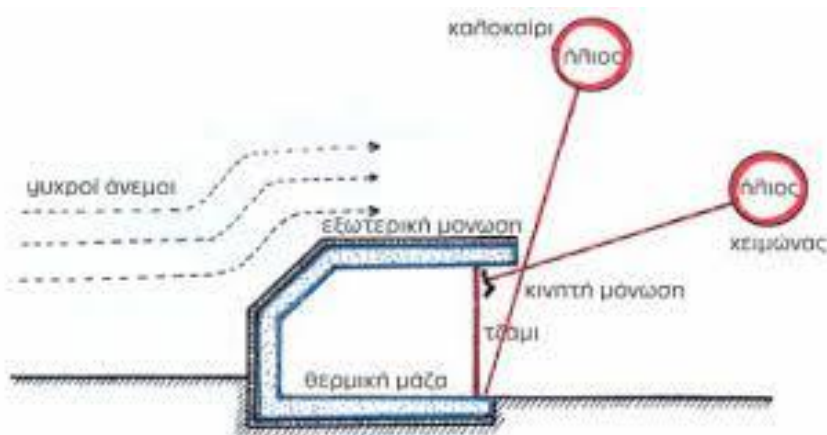
ακτινοβολία που μεταδίδεται από τα τζάμια και ένα σκίαστρο μπορεί να αποκλείσει τελείως τον ήλιο.

Οι παράγοντες που καθορίζουν την λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος είναι:

- Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στην νότια πρόσοψη
- Η λειτουργική διάρθρωσή των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, με κύρια οργάνωση προς νότο
- Η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτηρίου ώστε να απορροφάται οποιαδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας
- Η θερμική προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους

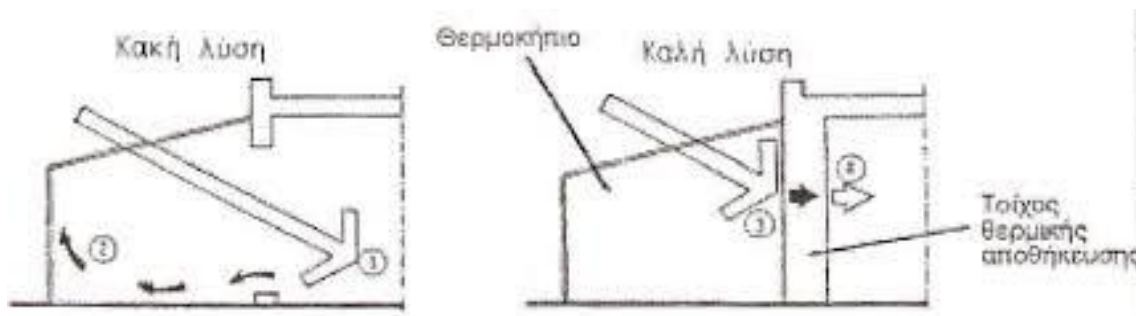
Η τοποθέτηση θερμικής μάζας έχει δύο σκοπούς. Ο πρώτος είναι η εξομάλυνση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της κατοικίας ακόμα και όταν οι εξωτερικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας είναι έντονες και ο δεύτερος είναι να δημιουργήσει την απαραίτητη χρονική καθυστέρηση στην απόδοση της θερμοκρασίας μέσα στην κατοικία ώστε να επιτρέπεται η θέρμανση και μετά τη δύση του ήλιου.

Η θερμική μάζα είναι συνήθως υπό την μορφή εξωτερικών μονωμένων κτισμένων τοίχων. Ο ήλιος ακτινοβολεί κατευθείαν στην θερμική μάζα και η ενέργεια αποθηκεύεται. Τα στοιχεία της θερμικής μάζας είναι κατασκευασμένα συνήθως από βαριά υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, που έχουν την ικανότητα να απελευθερώνουν την αποθηκευμένη σε αυτά θερμότητα μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα το οποίο εξαρτάται από το είδος του υλικού. Στην Ελλάδα τα κύρια δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για τις θερμικές μάζες είναι το μπετόν, το τούβλο και η πέτρα. Με αυτόν τον τρόπο το σπίτι μπορεί να θερμαίνεται και όταν δεν υπάρχει ήλιος, δηλαδή κατά την διάρκεια της νύχτας ή σε περιόδους συννεφιάς. Η φυσική κίνηση του θερμού αέρα ζεσταίνει και τα άλλα δωμάτια της κατοικίας. Το καλοκαίρι που ο ήλιος έχει μεγάλο ύψος η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι ελαττωμένη και ένα σκίαστρο μπορεί να την αποκλείσει τελείως.



Εκτός από την θερμική μάζα ουσιαστικό ρόλο στην απόδοση του συστήματος έχει η κλίση και το είδος των υαλοπινάκων που θα χρησιμοποιηθούν για τα ανοίγματα. Το κατακόρυφο υαλοστάσιο είναι προτιμότερο γιατί δέχεται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα ενώ το θέρους τα κέρδη από ένα κατακόρυφο υαλοστάσιο είναι μικρότερα από αυτά που εξασφαλίζονται αν το υαλοστάσιο ήταν υπό άλλες γωνίες επειδή ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό και η ηλιακή δέσμη έχει κατά συνέπεια υψηλή γωνία πρόσπτωσης.

Κεκλιμένο υαλοστάσιο με μικρή γωνία ως προς τον ορίζοντα μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση το θέρος ενώ δίνει χαμηλά κέρδη τον χειμώνα.



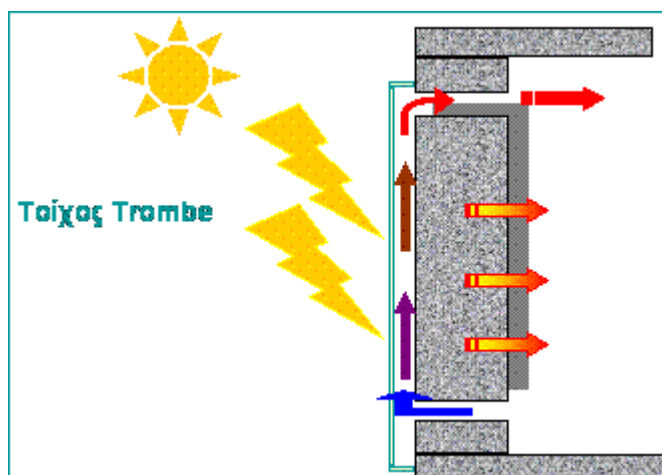
Ολόκληρη η κατασκευή γίνεται ένας συλλέκτης ηλιακής ενέργειας μέσα στον οποίο κατοικούν άνθρωποι. Η μεσημβρινή υαλόφρακτη επιφάνεια δέχεται τη μέγιστη ποσότητα ηλιακής ενέργειας τους ψυχρούς χειμωνιάτικους μήνες, που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ουρανό και την ελάχιστη ποσότητα το καλοκαίρι, όταν ο ήλιος βρίσκεται ψηλά. Έτσι υπάρχει από την φύση ο βασικός εποχιακός έλεγχος του συστήματος.

1.4.3.2. Σύστημα του « έμμεσου ηλιακού κέρδους»

Στις διατάξεις έμμεσου κέρδους, η συλλογή, συσσώρευση και διανομή της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτηρίου που περικλείει τους χώρους διαβίωσης.

Η θερμική μάζα είναι ένας νότιος τοίχος με τζάμι στην εξωτερική του επιφάνεια τοποθετημένος έτσι ώστε να δημιουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου ανάμεσα τους, δηλαδή να εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία και να εμποδίζει να εξέλθει η θερμική ακτινοβολία.

Σε αυτή την κατηγορία υπάρχουν οι τοίχοι-συλλέκτες θερμικής αποθήκευσης (τοίχος Trombe). Ένας τέτοιος τοίχος δεσμεύει την ηλιακή ενέργεια που περνάει από το τζάμι και την αποταμιεύει. Η ενέργεια αυτή ύστερα από ένα χρονικό διάστημα που εξαρτάται από το υλικό και το πάχος του τοίχου, εμφανίζεται στην εσωτερική του επιφάνεια και προκαλεί ανύψωση της θερμοκρασίας αέρα του εσωτερικού χώρου. Ο τοίχος θερμικής αποταμιεύσεως κατασκευάζεται από μπετόν ή ενισχυμένα τούβλα. Είναι βαμμένος σε μαύρο ή σκούρο χρώμα και τοποθετείται μερικά εκατοστά πίσω από ένα διπλό τζάμι.



Ο Trombe αποτελείται από συμπαγή τοίχο μεγάλης θερμοχωρητικότητας από σκυρόδεμα, πάχους 30-40cm, βαμμένο με σκούρο χρώμα, συνήθως μαύρο, στην εξωτερική του πλευρά. Σε απόσταση 3cm υπάρχει γυάλινη επιφάνεια.

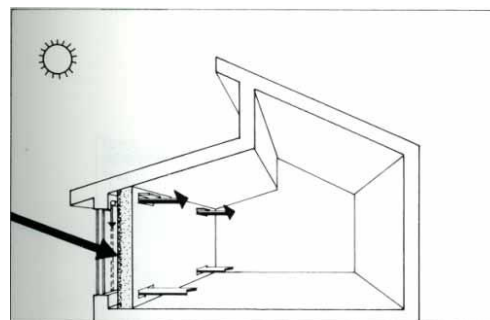
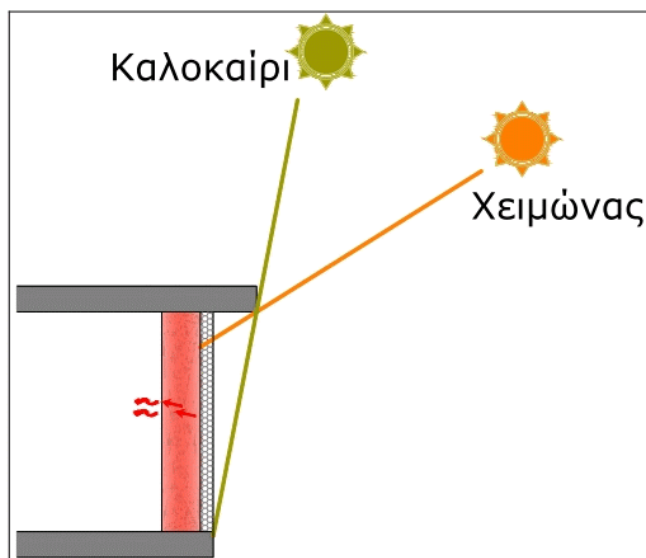
Όλες οι λειτουργίες του συστήματος αυτού, όπως : συλλογή, αποταμίευση, διανομή, έλεγχο, και ρύθμιση, είναι τοποθετημένες στον τοίχο αποταμιεύσεως μεσημβρινού προσανατολισμού και πρακτικά δε

διαχωρίζονται. Μόνο η ενέργεια που μεταβιβάζεται στο χώρο με φυσική κυκλοφορία του αέρα μπορεί να διαχωριστεί από αυτή που μεταβιβάζεται με αγωγή μέσα από τον τοίχο.

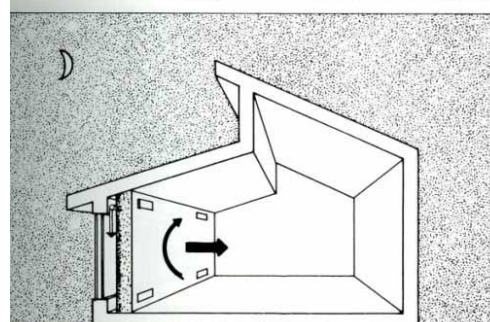
Ο κύριος μηχανισμός θερμάνσεως του σπιτιού γίνεται με ακτινοβολία και συναγωγή από την θερμική ενέργεια που μεταφέρεται με αργό ρυθμό μέσα από τον παχύ τοίχο προς την εσωτερική του επιφάνεια και η οποία στην συνέχεια διαχέεται προς το εσωτερικό του χώρου. Ο χρόνος μεταβιβάσεως της θερμότητας από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου μπορεί να φτάσει και τις εννέα με δέκα ώρες για πάχος τοίχου 40cm περίπου και υλικό μπετόν. Κατά τον σχεδιασμό τέτοιου είδους συστημάτων μια χρονική υστέρηση της τάξεως των 6-8 ωρών είναι αρκετή ώστε το κτήριο να επωφελείται από την μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου στην αρχή της νύχτας.

Ο τοίχος ως συλλέκτης θερμικής αποθήκευσης, συμπεριφέρεται σαν μηχανισμός χρονικής μετάθεσης και αδρανοποίησης των κυμάτων της εξωτερικής θερμοκρασίας με αποτέλεσμα το εσωτερικό περιβάλλον να επωφελείται του θερμικού κέρδους, όταν δεν υπάρχει ηλιασμός. Παρατείνοντας αποτελεσματικά την ηλιοφάνεια για την θέρμανση του χώρου χωρίς την χρήση συμπληρωματικών πηγών ενέργειας.

Η ταχύτητα διάδοσης της θερμότητας με αγωγή μέσα από τα συνήθη βαριά υλικά (μπετόν, τούβλα, πέτρα) είναι 3,7 έως 4cm/hr και εξαρτάται εκτός από την αγωγιμότητα του υλικού, και από το περιεχόμενο του σε υγρασία. Το 30% περίπου της ενέργειας που αποταμιεύεται, μεταβιβάζεται με συναγωγή (φυσική κυκλοφορία) από ανοίγματα εφοδιασμένα με ντάμπερ. Τα ανοίγματα κατασκευάζονται στο επάνω και κάτω μέρος του τοίχου και μπορεί ακόμη να προστεθεί σε αυτά ένας μικρός ανεμιστήρας (εξαναγκασμένη συναγωγή) η κυκλοφορία του αέρα μέσα από τα ανοίγματα μπορεί να προσθέσει ή να αφαιρέσει θερμότητα από τον χώρο και ο ανεμιστήρας να ρυθμίσει την θερμοκρασία. Η φυσική κυκλοφορία ξεκινάει μόλις η ηλιακή ενέργεια αρχίσει να θερμαίνει τον τοίχο και συνεχίζεται με απόδοση 2-3 ώρες μετά την απομάκρυνση του ήλιου, ανάλογα με την ποσότητα ενέργειας που αποταμιεύτηκε και τις καιρικές συνθήκες. Ο ρυθμός κυκλοφορίας του αέρα αυξάνει και παίρνει μια μέγιστη τιμή, που παραμένει περίπου σταθερή παρά τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας της επιφάνειας απορροφήσεως και της μέσης θερμοκρασίας του αέρα του χώρου. Η τοποθέτηση του τοίχου θερμικής αποταμιεύσεως σε μεγάλη απόσταση από το τζάμι, για να είναι δυνατή η προσπέλαση στο χώρο μεταξύ παραθύρου και τοίχου δεν συνιστάται γιατί καταργείται το ρεύμα του αέρα, επειδή ο αέρας δεν είναι αρκετά θερμός.



Σχ. 10: Μέρα



Σχ. 10: Νύχτα

Το Χειμώνα θα πρέπει να αποφεύγεται η άσκοπη απώλεια θερμότητας τη νύχτα ή τις συνεφιασμένες ημέρες με τη χρήση εξωτερικής θερμομόνωσης. Παράλληλα ένας βελτιωμένος συντελεστής μόνωσης του υαλοστασίου και εφαρμογή επιλεκτικής βαφής στην επιφάνεια της τοιχοποιίας με υψηλό δείκτη απορροφητικότητας και μικρό δείκτη εκπομπής της ηλιακής ακτινοβολίας ελαττώνουν τις πιθανές απώλειες. Οι θυρίδες του τοίχου Trombe θα πρέπει να ανοίγουν την ημέρα για είσοδο του θερμού αέρα και να κλείνουν τη νύχτα για να εμποδίζεται η αντίστροφη λειτουργία

Το Καλοκαίρι θα πρέπει να αποφεύγεται η ανεπιθύμητη θέρμανση της μάζας συσσώρευσης με χρήση προστεγασμάτων, τη χρήση εξωτερικής θερμομόνωσης και αερισμό του ενδιάμεσου χώρου. Η λειτουργία του τοίχου Trombe θα πρέπει να αντιστρέφεται. Η πάνω θυρίδα θα πρέπει να κλείνει και το πάνω μέρος του υαλοστασίου να ανοίγει ώστε να απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω. Επίσης με απλά συστήματα ηλιοπροστασίας, μια και πρόκειται για νότιο προσανατολισμό, μπορεί να αποκλειστεί εντελώς η άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας

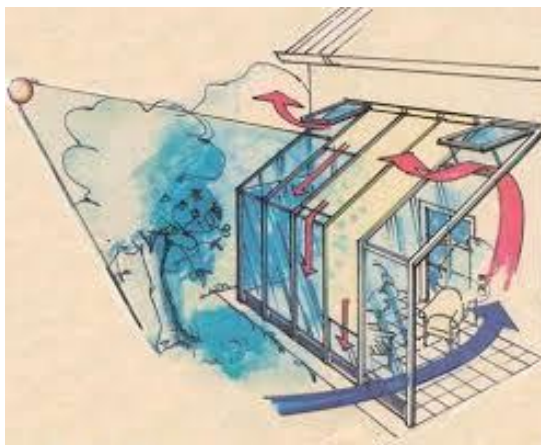
Για να γίνει κατανοητό πόσο σημαντική είναι η ύπαρξη θυρίδων αρκεί να αναφέρουμε ότι ένας εσωτερικός χώρος μετρίων διαστάσεων θα ικανοποιούσε το 70% των θερμικών του αναγκών με τοίχο χωρίς θυρίδες, ενώ αν υπήρχαν αυτά τα ανοίγματα (τοίχος Trombe) το ποσοστό αυτό θα άγγιζε το 80%.

Το σύστημα του τοίχου θερμικής αποθήκευσης παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα λόγω του απλού τρόπου κατασκευής, του χαμηλού κόστους και της σημαντικής ενεργειακής του απόδοσης. Το γεγονός ότι αποδίδει άμεσο ηλιακό θερμικό κέρδος στον εσωτερικό χώρο, ιδιαίτερα κατά τις πρωινές ώρες, που παρατηρούνται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες, τον καθιστά πολύ αποτελεσματικό. Τα μειονεκτήματα του είναι ότι μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο, κυρίως όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη.

1.4.3.3. Θερμική συμπεριφορά θερμοκηπίου [11,16]

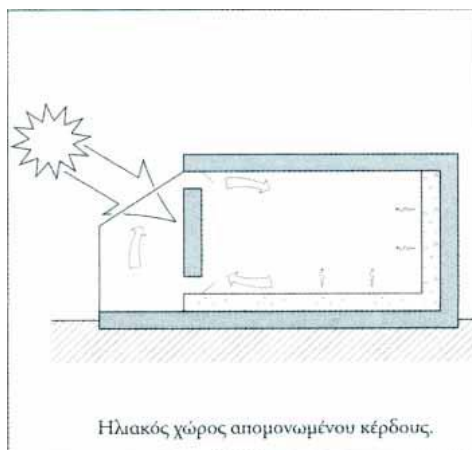
Το θερμοκήπιο την ημέρα, όταν υπάρχει ηλιοφάνεια, λειτουργεί ως διαφανής επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να διέρχεται συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες θερμότητας (ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος), που απορροφάτε από τις επιφάνειες και την θερμική μάζα του θερμοκηπίου. Γι' αυτό κατά την ημέρα το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου (θερμικό κέρδος μείον θερμικές απώλειες) είναι θετικό.

Ο τρόπος εφαρμογής του παραπάνω στα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι η κατασκευή ενός θερμοκηπίου μπροστά από ένα μεσημβρινό εξωτερικό τοίχο του κτηρίου (τοίχος θερμικής αποταμιεύσεως) με το σύστημα αυτό η ηλιακή ενέργεια παρέχει όλη τη θερμότητα που χρειάζεται το θερμοκήπιο και ουσιαστική ενέργεια για την θέρμανση του σπιτιού. Το θερμοκήπιο λειτουργεί σαν κατευναστής, μειώνει τις απώλειες θερμότητας της κατοικίας το χειμώνα και την ηλιακή ενέργεια το καλοκαίρι, επίσης μετριάζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μέσα στο σπίτι. Η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο δε χρειάζεται ακριβή έλεγχο, αλλά πρέπει αν είναι αρκετά υψηλή, ώστε να μην παγώνουν τα φυτά.



Ο θερμός αέρας του θερμοκηπίου μπορεί να διοχετευθεί μέσα στο σπίτι, ενώ η θερμότητα αποταμιεύεται στον ενδιάμεσο τοίχο. Αν το ηλιακό θερμοκήπιο γίνει ένα είδος κλειστής βεράντας, τότε παρέχει τον χειμώνα ευχάριστη διαμονή και αρκετή θερμότητα για το σπίτι. Τα προσαρτημένα θερμοκήπια στα κτίρια, αποτελούν συνήθως κλειστούς χώρους με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επικάλυψης στην νότια πλευρά και τοίχο θερμικής αποθήκευσης ή άλλο μέσο αποθήκευσης θερμότητας για την θέρμανση των χώρων του κυρίως κτηρίου από την ηλιακή ενέργεια.

Την νύχτα το θερμοκήπιο αποβάλλει με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα, όση θερμότητα συγκέντρωσε την ημέρα λόγω της μεγάλης γυάλινης επιφάνειας. Το θερμικό κέρδος χάνεται υπό την μορφή θερμικών απωλειών και το θερμικό ισοζύγιο μετατρέπεται σε αρνητικό. Ακόμη ο αέρας που βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο παρέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών λόγω της βλάστησης. Στην διάρκεια της νύχτας η εσωτερική επιφάνεια του τζαμιού ψύχεται και η θερμοκρασία του αέρα πέφτει προσεγγίζοντας το σημείο κορεσμού οπότε η υδρατμοί υγροποιούνται έτσι αποβάλλεται η λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών που χάνεται με αγωγή και ακτινοβολία προς τα έξω.



Το καλοκαίρι η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου αντιστρέφεται. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας την ημέρα είναι αυξημένη και το εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης σε μια νυχτερινή ανεπαρκή ψύξη. Η εφαρμογή του συστήματος του θερμοκηπίου χωρίς καμία άλλη ρύθμιση και προστασία δεν είναι συμφέρουσα. Ωστόσο με τις κατάλληλες ρυθμίσεις, τη θερμική προστασία το χειμώνα και την ηλιοπροστασία το καλοκαίρι τα μειονεκτήματα ελαχιστοποιούνται και διατηρούνται τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του προσαρτημένου στο κτήριο θερμοκηπίου είναι ο προσανατολισμός του, το μέγεθος του, η κλίση του υαλοστασίου, τα υλικά κατασκευής και η σύνδεση του με στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτηρίου. Το θερμοκήπιο που βρίσκεται στην νότια πλευρά του κτηρίου σε σχήμα επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής – δύσης, αποτελεί την καλύτερη και πιο αποδοτική μορφή για την συλλογή της ηλιακής ενέργειας το χειμώνα. Το μέγεθος του θερμοκηπίου προσδιορίζεται σε συνάρτηση με το μέγεθος του εσωτερικού χώρου και των αναγκών σε θέρμανση.

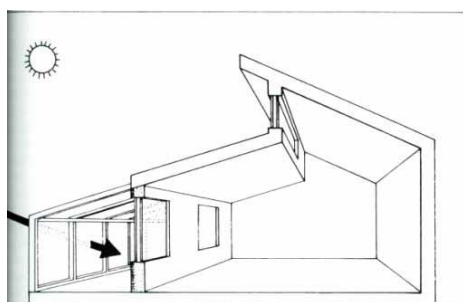


Η κλίση του υαλοστασίου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου, γιατί προσδιορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει και δεσμεύεται. Η βέλτιστη κλίση σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος και με μικρή απόκλιση για εύκρατα κλίματα είναι $30^{\circ} - 65^{\circ}$ σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Για βορειότερες περιοχές η κλίση μειώνεται $30^{\circ} - 40^{\circ}$ ώστε να συλλέγεται μεγαλύτερο μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας. Τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου πρέπει να είναι διαφανή, από γυαλί ή πλαστικό προκειμένου να δεσμεύεται το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα στοιχεία στήριξης κατασκευάζονται από ξύλο ή μέταλλο.

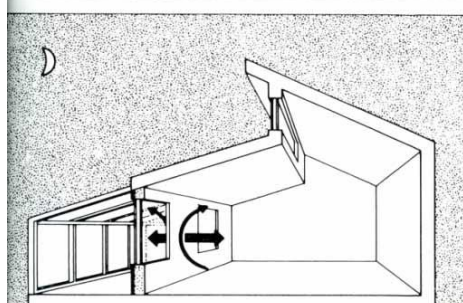
Το προσαρτημένο στο κτήριο θερμοκήπιο λειτουργεί αποδοτικότερα όταν συνδεθεί με ένα σύστημα θερμικής αποθήκευσης όπου η καλύτερη λύση είναι ο διαχωρισμός του θερμοκηπίου από την κατοικία με τοίχο κατασκευασμένο με υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Αν είναι δυνατόν, θα πρέπει το θερμοκήπιο να ενσωματώνεται στο

κτήριο, έτσι ώστε να περικλείεται ανατολικά και δυτικά από τοίχους για να αυξάνεται η αποτελεσματικότητά του, λόγω μείωσης των θερμικών απωλειών και αύξησης της θερμικής μάζας.

Η λειτουργία του συστήματος θερμοκηπίου – σπιτιού είναι παρόμοια με αυτή των τοίχων συλλεκτών θερμικής αποθήκευσης με τη διαφορά ότι η γυάλινη επιφάνεια δεν βρίσκεται σε απόσταση 4 εκατοστών από τον τοίχο, αλλά δημιουργείται ένας μεγάλος χώρος που μπορεί και να κατοικηθεί. Εάν για μεγαλύτερη και πιο γρήγορη θερμική απόδοση, ο συνδετικός τοίχος συνδυαστεί με την κίνηση θερμού αέρα προβλέποντας θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του, τότε έχουμε τον τοίχο trombe. Η αποτελεσματικότητά του συστήματος μπορεί να αυξηθεί, αυξάνοντας την μάζα θερμικής αποθήκευσης. Αυτό πετυχαίνεται, αν χρησιμοποιηθούν βαριά υλικά στην κατασκευή του δαπέδου του θερμοκηπίου ή τοποθετώντας δοχεία νερού μπροστά στον τοίχο.



Σχ. 13: Μέρα



Σχ. 13: Νύχτα

Πλεονεκτήματα

Το θερμοκήπιο, βελτιώνει το εσωτερικό κλίμα της κατοικίας και μειώνει τις απώλειες του περιβλήματος. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους. Εάν ενσωματώνεται στο κτήριο ώστε να περικλείεται με τοίχους, η απόδοσή του είναι ακόμη μεγαλύτερη γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες και ταυτόχρονα μεταφέρεται θερμότητα από τους πλαϊνούς τοίχους προς τον εσωτερικό χώρο. Ο Ηλιακός χώρος εξυπηρετεί και μη ενεργειακούς σκοπούς όπως η επέκταση του χώρου διαβίωσης ή η χρήση του ως θερμοκήπιο φυτών. Προσαρμόζεται εύκολα σε υφιστάμενα κτήρια καθώς μπορεί απλά να προσαρτηθεί και συνδυάζεται εύκολα με άλλα παθητικά συστήματα. Η απόδοσή του είναι μεγάλη, όταν χρησιμοποιείται σωστά και αποτελεί ένα ενδιαφέρον αρχιτεκτονικό στοιχείο, τόσο ως προς την κάλυψη λειτουργικών αναγκών, όσο και προς την αισθητική του.

Μειονεκτήματα

Οι θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο ποικίλουν σημαντικά, και έτσι δεν είναι κατάλληλο για κατοίκηση καθ' όλη τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του θερμοκηπίου είναι τα προβλήματα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι αν δε λαμβάνονται τα σωστά μέτρα προστασίας. Έτσι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επέκταση του χώρου διαβίωσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Εάν χρησιμοποιείται σε Νότια Ευρωπαϊκά κλίματα, θα πρέπει να μπορεί να σκιάζεται πλήρως, και να ανοίγει τη νύκτα για αντιστροφή της λειτουργίας του, και ακόμη καλύτερα να απομακρύνεται τελείως. Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχουν προβλήματα απομόνωσης του το καλοκαίρι.

Η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στο χώρο διαβίωσης είναι δύσκολη καθώς αυτή παρέχεται ως θερμός αέρας σε σχέση με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Τη νύχτα είναι πιθανή η συμπύκνωση υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια της ψυχρής γυάλινης στέγης του θερμοκηπίου

1.4.3.4. Ηλιακά Αίθρια [11,16]

Τα αίθρια είναι εσωτερικοί χώροι του κτηρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια. Τα αίθρια βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων και συνεισφέρουν στην βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, καθώς παρέχουν διάχυτο φως από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους.

Επίσης λειτουργούν παράλληλα ως χώροι που διευκολύνουν το φυσικό αερισμό στα κτηριακά συγκροτήματα και συνεπώς τα κτήρια που αναπτύσσονται γύρω από ένα σκεπασμένο αίθριο έχουν μειωμένες θερμικές απώλειες.



Σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της ποιότητας και της ποσότητας φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό του αίθριου παίζει η γεωμετρία του. Τα αίθρια ορθογωνικού σχήματος εμφανίζουν ως και 10% υψηλότερες τιμές συντελεστή φυσικού φωτός στην βάση τους σε σχέση με τα αίθρια διαφορετικής μορφής. Επίσης όταν το ύψος του αίθριου δεν υπερβαίνει το πλάτος του, επιτυγχάνονται αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού στο εσωτερικό του.

1.4.3.5. Το κτήριο σαν ηλιακός συλλέκτης

Το ηλιακό σπίτι πρέπει να σχεδιασθεί πάνω στην αρχή του ηλιακού συλλέκτη, που όταν ακτινοβολεί ο ήλιος συλλέγει ηλιακή ενέργεια και την αποταμιεύει, για να χρησιμοποιηθεί αργότερα και παύει να δουλεύει όταν δεν προσβάλλεται από τον ήλιο ή όταν συλλέξει αρκετή ενέργεια. Ο καλύτερος τρόπος εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση των κτηρίων είναι να συλλέγουν και να αποταμιεύουν την ηλιακή ενέργεια τα ίδια τα κτήρια, με άλλα λόγια να επιδιώκεται στην κατασκευή η ροή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στα κτήρια κατ' ευθείαν από τα παράθυρα και έμμεσα από τους τοίχους και την οροφή. Επομένως πρέπει :

- Το κτήριο να ενεργεί σαν ηλιακός συλλέκτης, που θα αφήνει την ηλιακή ακτινοβολία να μπαίνει μέσα σε αυτό, όταν χρειάζεται θερμότητα και να την εμποδίζει όταν δεν την χρειάζεται. Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε με το προσανατολισμό του κτηρίου, το σχήμα, το χρώμα του, την τοποθέτηση των παραθύρων, των μέσων σκιάσεως και γενικά με τον σχεδιασμό του κτηρίου έτσι που να μεγιστοποιείται η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται απ' αυτό το χειμώνα και να ελαχιστοποιείται το καλοκαίρι.
- Το κτήριο να αποταμιεύει την θερμότητα που συλλέγει για να τη χρησιμοποιήσει τη νύχτα και κατά τα διαστήματα που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια. Τούτο μπορούμε να

το πετύχουμε με την θερμική μάζα του κτηρίου (την βαριά κατασκευή, μπετόν, τούβλο ή πέτρα)

- Το κτήριο να εκμεταλλεύεται σωστά τη θερμότητα από την ηλιακή ενέργεια, είναι απαραίτητο να μπορεί να την εμποδίζει να διαφεύγει προς το περιβάλλον. Αυτό γίνεται με την καλή μόνωση, τα στεγανά παράθυρα, τα διπλά τζάμια και το κλείσιμο των χαραμάδων γύρω από τα πλαίσια των κουφωμάτων.

1.5. Παθητική ή Φυσική Ψύξη

Στις θερμές περιοχές για να εξασφαλισθούν ανεκτές συνθήκες άνεσης κατά το θέρος πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια ελαχιστοποίησης της εσωτερικής θερμοκρασίας και εξασφάλιση δραστικού αερισμού με κατάλληλες μεθόδους σχεδιασμού. Στις διαδικασίες αυτές θα πρέπει να συνδυαστούν μέθοδοι παθητικού σχεδιασμού που να ταιριάζουν με τις κλιματικές συνθήκες της τοποθεσίας, στην οποία βρίσκεται το κτήριο, ώστε αυτό να εξασφαλίζει όχι μόνο επαρκής δροσιά το καλοκαίρι αλλά και θερμική άνεση το χειμώνα.

Για την παροχή παθητικής φυσικής ψύξης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι συνδυασμοί παθητικής ανάκτησης θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο και κατά συνέπεια εξασφάλιση δροσιάς, όπως: με την βοήθεια του περιβάλλοντα αέρα (φυσική ψύξη με εξάτμιση ή μεταφορά θερμότητας) με την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα (φυσική ψύξη με ακτινοβολία και ειδικά νυχτερινή), με το υπέδαφος (άμεση ή έμμεση φυσική ψύξη).

Ακόμη είναι δυνατόν να εφαρμοστούν συνδυασμοί των γενικών μεθόδων φυσικής ψύξης όπως για παράδειγμα να γίνεται εκμετάλλευση της νυχτερινής δροσιάς με εξάτμιση και μεταφορά θερμότητας ή να συνδυάζεται η δροσιά του νυχτερινού αέρα με ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος με συνεπακόλουθη πρόσθετη ψύξη με εξάτμιση.

Γενικές κατηγορίες φυσικής ψύξης

Σε κάθε έναν από τους κλιματικούς τύπους μπορούν να εφαρμοστούν κατά περίπτωση οι ακόλουθες κοινές χαρακτηριστικές διαδικασίες:

- Ελαχιστοποίηση της ηλιακής θερμότητας στο κτήριο κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Αυτό σημαίνει αποτελεσματική σκίαση των παραθύρων, ανοιχτά χρώματα στην στέγη και τους τοίχους και γενικά προστασία του κτηρίου από τον ήλιο.
- Πρόβλεψη για αποτελεσματικό διασταυρούμενο αερισμό και αξιοποίηση του φαινομένου της καπνοδόχου. Ο φυσικός αερισμός μπορεί να παρέχει άνεση κατά τις εσπερινές ώρες. Βέβαια επιπρόσθετα θα μπορούσε να χρησιμοποιείται ένας ανεμιστήρας (ενεργητική συμμετοχή), έτσι ώστε να βελτιώνεται το φαινόμενο του φυσικού αερισμού ιδιαίτερα όταν στην περιοχή η ταχύτητα του ανέμου δεν είναι επαρκής.
- Ένας νότιος προσανατολισμός της μεγαλύτερης όψης μπορεί να ελαχιστοποιεί την έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία κατά το θέρος, ενώ μεγιστοποιεί την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα. Επιπρόσθετα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κατεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή, ώστε να καθορίζονται κατάλληλα τα ανοίγματα των παραθύρων
- Φυσική ψύξη του εσωτερικού του κτηρίου μπορεί να πραγματοποιείται με εξάτμιση νερού όπως για παράδειγμα στην πλευρά εισόδου του αέρα στο κτήριο. Μπορεί επίσης να ψύχεται εξωτερικά το περίβλημα του κτηρίου με εξάτμιση νερού που διαβρέχουν κυρίως την στέγη ή το δώμα. Οι απλές αυτές τεχνικές εφαρμόζονται σε ξηρά και θερμά

κλίματα που διαθέτουν επαρκώς νερό για αυτή την χρήση. Η φυσική ψύξη για εξάτμιση μπορεί επίσης να γίνεται μηχανικά, δηλαδή με μια εναλλακτική ή συμπληρωματική εφαρμογή κλιματισμένου αέρα με κλασικά συστήματα, ιδιαίτερα σε θερμές και ξηρού κλίματος περιοχές.

- Διευκόλυνση της φυσικής ψύξης με νυχτερινή ακτινοβολία κατά το θέρος. Κάθε κτήριο μπορεί να δροσίζεται κατά την νύχτα οπότε πέφτει η θερμοκρασία του περιβλήματος, που είναι υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα αυτής του ουρανού. Η θερμοκρασία της επιφάνειας του περιβλήματος εξαρτάται από το συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοχωρητικότητας των υλικών που την συνθέτουν. Η επιφάνεια του περιβλήματος πρέπει να έχει κατά το δυνατόν μεγάλο συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας, δηλαδή σημαντική ικανότητα ακτινοβολίας της θερμότητας που συσσωρεύεται.
- Αξιοποίηση της θερμικής κατάστασης του υπεδάφους.

Οι αρχές που σχετίζονται με τη φυσική ψύξη κατά το θέρος δεν είναι δυνατό να εφαρμόζονται συστηματικά σε ψυχρές περιοχές διότι οι περίοδοι υψηλών θερμοκρασιών είναι πολύ βραχείες και δε δικαιολογούν την προσφυγή σε δαπανηρές τεχνικές. Απεναντίας σε ζώνες εύκρατου ή θερμού κλίματος είναι υποχρεωτική η λήψη μέτρων φυσικής ψύξης των εσωτερικών χώρων. Είναι βέβαια επακόλουθο ότι ορισμένες μέθοδοι παθητικής φυσικής ψύξης όπως για παράδειγμα η ψύξη με εξάτμιση ή με νυχτερινή ακτινοβολία φαίνεται να έχουν καλύτερη απόδοση σε περιοχές θερμού και ξηρού κλίματος. Οι τεχνικές αυτές μέθοδοι θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και σε ορισμένες θερμές και υγρές περιοχές, αλλά δε θα είναι επαρκώς ικανοποιητική η απόδοση.

1.5.1. Φυσική ψύξη από νυχτερινή κυκλοφορία αέρα

Απλοί τρόποι σχηματισμού ρευμάτων αέρα με κατασκευές θόλων, που μπορεί ενίοτε να έχουν τη δυνατότητα να ανοίγουν διευκολύνοντας τη φυσική ψύξη των χώρων της κατοικίας, εξασφαλίζουν συνθήκες σχετικής άνεσης. Εξωτερικές καπνοδόχοι και χωριστές κουζίνες που εμποδίζουν την πρόσθετη θερμότητα και βοηθούν την έξοδο του θερμού αέρα προς το περιβάλλον και άλλες απλές διαδικασίες εξασφαλίζουν σε ένα κτήριο κατά περίπτωση επαρκή δροσιά, θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία έχει η φυσική κυκλοφορία του αέρα στους χώρους κατά την νύχτα. Τα ρεύματα που δημιουργούνται από τα ανοιχτά παράθυρα ή η βεβιασμένη κυκλοφορία του νυχτερινού αέρα με ανεμιστήρες δροσίζουν τους χώρους ενώ ταυτόχρονα ψύχουν τις μάζες του δαπέδου, των τοίχων και της οροφής. Η μάζα των δαπέδων και των οροφών που συνήθως κατασκευάζονται από σκυρόδεμα καθώς και οι τοίχοι διευκολύνουν την εφαρμογή παθητικής φυσικής ψύξης κατά την διάρκεια της ημέρας. Η ψύξη των μαζών αυτών προέρχεται από την νυχτερινή δροσιά που επάγεται φυσικά από το νυχτερινό αέρα.

Έτσι οι μάζες αποθήκευσης με την χαμηλή θερμοκρασία τους δροσίζουν του χώρους στην διάρκεια της ημέρας. Η διακύμανση μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας του νυχτερινού αέρα αποτελεί τη βάση υπολογισμού της θερμοκρασίας στην οποία φτάνει η μάζα αποθήκευσης ψύχους. Πρόσφατα παρουσιάστηκε μια ερευνητική εργασία η οποία αφορούσε σειρά μετρήσεων σε πειραματικά κτήρια. Τα κτήρια αυτά είχαν δάπεδα και δώματα από σκυρόδεμα και διαφόρων ειδών τοίχους όπως από τσιμεντόλιθους ή από σκυρόδεμα πάχους 20cm και μόνωση 5-7cm ή από πλίνθους 20cm. Με ανοιχτά τα παράθυρα του κτηρίου κατά τη νύχτα, διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας η εσωτερική θερμοκρασία κατέβαινε κατά 15% της αντίστοιχης κατά την ίδια ώρα

εξωτερικής θερμοκρασίας. Κατά την έρευνα φάνηκε επίσης ότι καλύτερα αποτελέσματα προέκυπταν με **αυξημένη** επιφάνεια της εσωτερικής μάζας αποθήκευσης. Στα μειονεκτήματα εφαρμογής της ψύξης από την εσωτερική κυκλοφορία του νυχτερινού ψυχρού αέρα θα πρέπει να περιληφθούν η πρακτική δυσκολία της ανάγκης να είναι ανοιχτά τα παράθυρα κατά τη νύχτα που δημιουργεί πρόβλημα ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής καθώς και η πιθανότητα να επικρατεί πολύ χαμηλή θερμοκρασία του αέρα κατά τις πρώτες πρωινές ώρες. Σε αντιστάθμισμα είναι δυνατό να παρέχεται νυχτερινή παθητική ψύξη με την ροή του ψυχρού αέρα μέσα από σωλήνες, εγκιβωτισμένες στο υπέδαφος ή μέσα από κανάλια ενσωματωμένα σε τοίχους ή στα δώματα.

1.5.2. Συστήματα παθητικής ψύξης κτηρίων

Στην ενότητα αυτή εξετάζονται τα παθητικά συστήματα ψύξης, αυτά δηλαδή στα οποία η μεταφορά θερμότητας επιτελείται με φυσικό τρόπο, χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Τα παθητικά συστήματα εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες των δομικών στοιχείων, του ανέμου καθώς και τον προσανατολισμό του κτηρίου στον χώρο. Στην κατηγορία αυτή ενδέχεται να συμπεριληφθούν και τα λεγόμενα υβριδικά συστήματα, τα οποία είναι παθητικά συστήματα που όμως κάνουν χρήση και μηχανικών μέσων η λειτουργία των οποίων απαιτεί συμπληρωματικά και χρήση συμβατικής ενέργειας. Η συμβατική ενέργεια που απαιτείται είναι κατά πολύ μικρότερη από την παθητικής μορφής ενέργεια που χρειάζεται για τις ανάγκες του κτηρίου.

Η χρήση τεχνικών και συστημάτων παθητικής ψύξης παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως :

- α) Περιβαλλοντικά οφέλη που απορρέουν από την αποφυγή χρήσης CFCs και HFCs β) Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας ,
- γ) Βελτίωση στην ποιότητα εσωτερικού αέρα και υγιεινή των ενοίκων
- δ) Μείωση έως εξαφάνιση των προβλημάτων του φορτίου αιχμής ηλεκτρικής ενέργειας,
- ε) Οικονομικά οφέλη σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο συντήρησης και κόστος λειτουργίας των συστημάτων ψύξης
- στ) Απλότητα και ευκολία χρήσης.

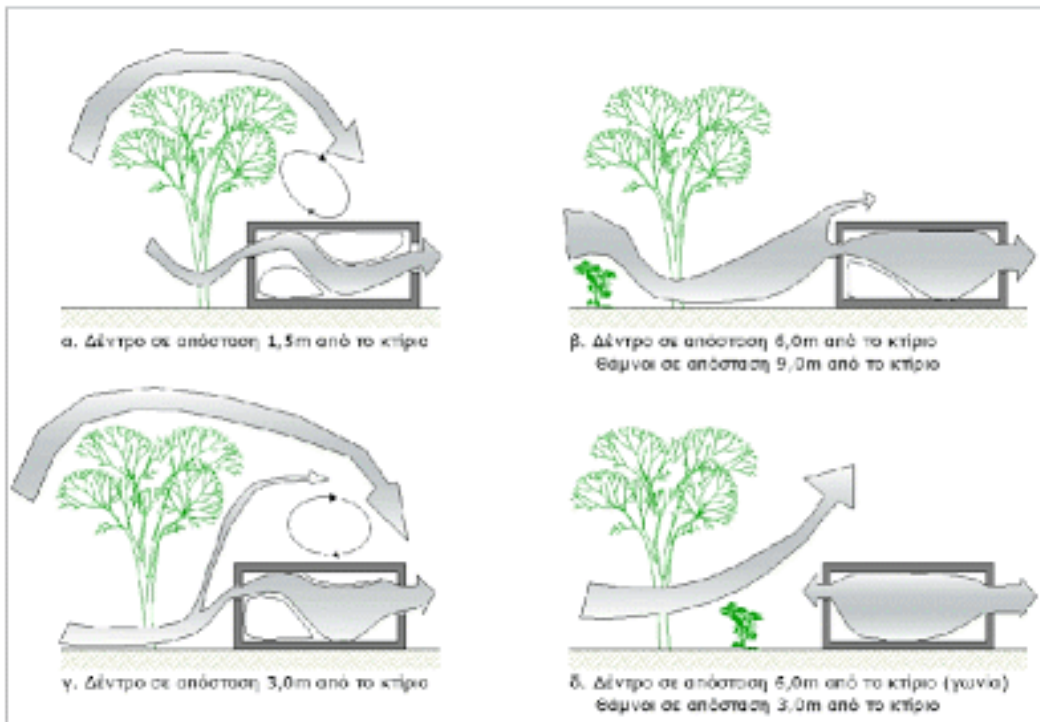
Η εφαρμογή τεχνικών παθητικής ψύξης δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν μεμονωμένη διαδικασία αλλά σαν τμήμα του όλου σχεδιασμού του κτηρίου και σε στενή συσχέτιση με το είδος του κτηρίου, τον τρόπο χρήσης του, το κλίμα κ.λ.π. Το πλαίσιο ορισμού των τεχνικών και συστημάτων παθητικής ψύξης οροθετείται από τρεις βασικούς σχεδιαστικούς άξονες : προστασία του κτηρίου από τα λεγόμενα θερμικά κέρδη, απόσβεση και απορρόφηση των θερμικών εισροών στο κτήριο, απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας σε περιβαλλοντικές πηγές χαμηλότερης θερμοκρασίας από αυτής του κτηρίου.

Οι τεχνικές προστασίας του κτηρίου από θερμικά κέρδη είναι οι εξής: κατάλληλη χωροταξική διαρρύθμιση και χρήση των εξωτερικών χώρων, βελτιστοποίησης της μορφής του κτηρίου, ηλιοπροστασία και σκιασμός των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους, θερμομόνωση, έλεγχος των εσωτερικών φορτίων. Οι τεχνικές απόσβεσης και απορρόφησης των θερμικών εισροών στο κτήριο σχετίζονται με τη θερμοχωρητικότητα του κτηρίου και την ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα. Η ύπαρξη σημαντικής μάζας επιτρέπει την απόσβεση των μέγιστων εσωτερικών θερμοκρασιών και την μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτηρίου. Η αποθηκευμένη θερμότητα κατά την διάρκεια της ημέρας

αποδίδεται κατά τη νύκτα όπου δεν υπάρχει συνήθως πρόβλημα υπερθέρμανσης. Η απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας του κτηρίου προϋποθέτει την ύπαρξη μιας πηγής του περιβάλλοντος που χαρακτηρίζεται από θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή του κτηρίου. Έτσι, με κατάλληλη σύνδεση είναι δυνατόν να μεταφερθεί η πλεονάζουσα θερμότητα. Οι χρησιμοποιούμενες πηγές του περιβάλλοντος καθώς και οι αντίστοιχοι τρόποι μετάδοσης θερμότητας είναι ο ουρανός με τρόπο μετάδοσης θερμότητας την ακτινοβολία (ψύξη με ακτινοβολία), ο αέρας και το νερό με τρόπο μετάδοσης θερμότητας την εξάτμιση (ψύξη με εξάτμιση), ο αέρας με τρόπο μετάδοσης θερμότητας την συναγωγή (αερισμός) και το έδαφος με τρόπο μετάδοσης θερμότητας την αγωγιμότητα (ψύξη με χρήση του εδάφους).

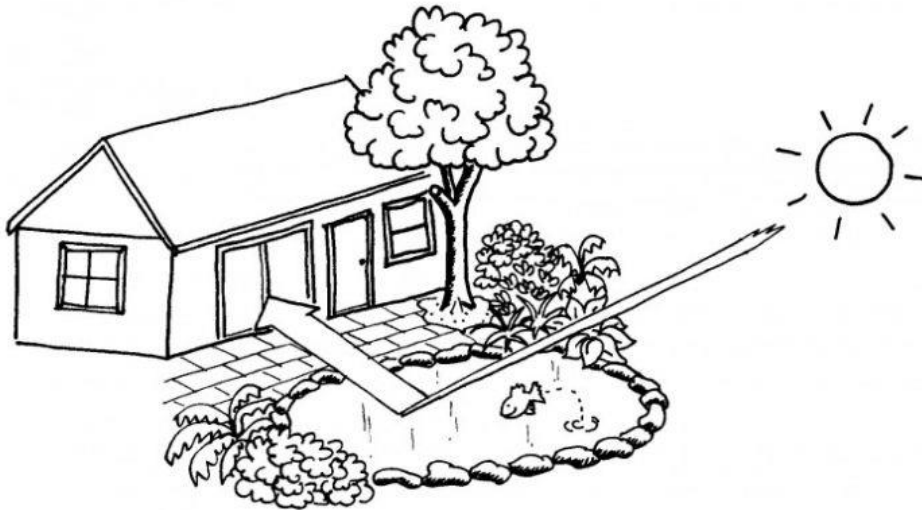
1.6. Μικροκλίμα και θερμοχωρητικότητα των κτηρίων [11,12,14,15,16,20,21]

Η προσαρμογή του μικροκλίματος γύρω από το κτήριο βοηθά σημαντικά στη βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών θερμικής άνεσης και στη μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτηρίου ενώ, παράλληλα, συνεισφέρει στη δημιουργία και χρήση προστατευομένων εξωτερικών χώρων. Κατάλληλη τοποθέτηση του κτηρίου στο χώρο προσφέρει φυσική προστασία από το περιβάλλον ενώ βοηθά στην εκμετάλλευση των τοπικών ανέμων.



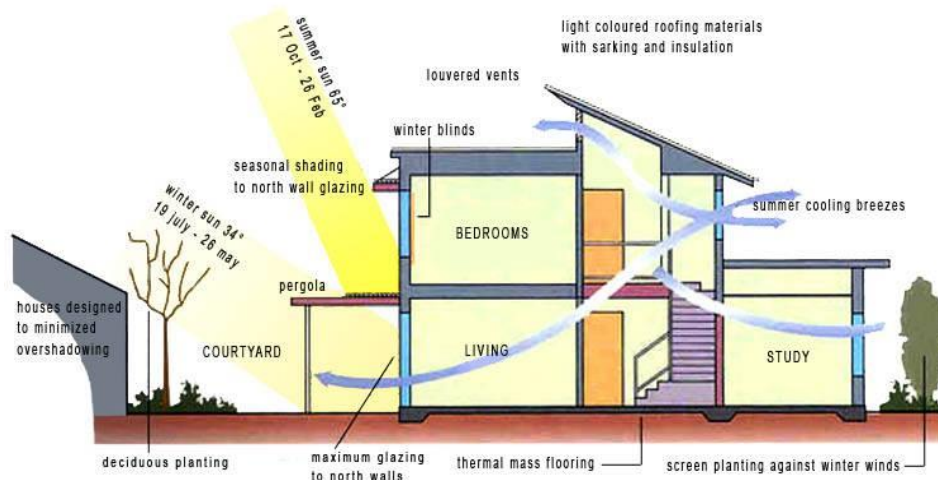
Τα κτήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εμπόδια στη ροή του ανέμου αλλάζοντας την ταχύτητα και την διεύθυνση του. Σε περιοχές όπου το πλάτος του δρόμου είναι μεγάλο και κτήρια έχουν μικρό ύψος, ο άνεμος μπορεί να κινείται ανάμεσα στα κτήρια με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται επαρκής αερισμός αυτών. Στην περίπτωση που τα κτήρια έχουν μεγάλο ύψος και το πλάτος του δρόμου είναι μικρό, τότε ο άνεμος δεν μπορεί να κυκλοφορήσει ανάμεσα στα κτήρια, αδυνατώντας να επιτύχει επαρκή αερισμό τους. Οι διάφορες τυπολογίες κλίματος καθορίζουν την δόμηση μιας περιοχής με σκοπό την επίτευξη βελτιωμένων συνθηκών θερμικής άνεσης. Έτσι, π.χ. σε θερμά και ξηρά κλίματα, ο σκιασμός παίζει μεγαλύτερο ρόλο από τον αερισμό. Οι οικισμοί χαρακτηρίζονται από την πυκνή δόμηση τους όπου οι δημόσιοι χώροι και δρόμοι καλύπτονται από κτήρια με σκοπό την επίτευξη σκιασμού των δρόμων, των πεζών, των κτηρίων. Σε θερμά και υγρά κλίματα δίνεται έμφαση στο διαμερή αερισμό λόγω της υψηλής σχετικής υγρασίας του αέρα η οποία δημιουργεί έντονο αίσθημα δυσaráεσκειας στους ανθρώπου. Οι οικισμοί είναι πιο διασκορπισμένοι, τα κτήρια είναι τοποθετημένα σε απόσταση το ένα από το άλλο ώστε να οδηγούν τον άνεμο μέσα από τους δρόμους καθώς και στο εσωτερικό των κτιρίων. Τα τελευταία διαθέτουν πολλά και μεγάλα ανοίγματα που προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία καθώς και βεράντες. Τα ταβάνια είναι ψηλά καθώς και τα παράθυρα ώστε να επιτρέψουν τη διαστρωμάτωση του εσωτερικού αέρα ενώ τοποθετούνται ανοίγματα στις οροφές για την απομάκρυνση του θερμού αέρα.

Οι σύγχρονες πόλεις έχουν κατασκευασθεί με δομικά υλικά, μεγάλης θερμικής αδράνειας, με αποτέλεσμα η θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία να αποθηκεύεται κατά την διάρκεια της ημέρας και να εκπέμπεται κατά την διάρκεια της νύχτας. Η ακτινοβολία αυτή, εξ' αιτίας των πολλαπλών ανακλάσεων που υφίσταται, παγιδεύεται και δεν απάγεται προς την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Η ψύξη των κτηρίων των πόλεων, αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία λόγω των πολυάριθμων υψηλών κτηρίων γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα η θερμοκρασία στις περιοχές πόλεων να είναι πιο υψηλή σε σχέση με την θερμοκρασία της υπαίθρου (φαινόμενο «θερμής νησίδας»).



Η μάζα ενός κτηρίου επιτρέπει την αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το εύρος διακύμανσης της εσωτερικής θερμοκρασίας του καθώς και την μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας του, προσφέροντας έτσι καλύτερα επίπεδα θερμικής άνεσης εντός του χώρου. Υλικά όπως το τούβλο, η πέτρα και το μπετόν δρουν ως αποθηκευτές θερμότητας και ψύξης και λόγω του γεγονότος ότι είναι υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας, ο χρόνος που χρειάζεται για να μεταφερθεί η θερμότητα και να αποδοθεί στο εσωτερικό του κτηρίου είναι μεγάλος. Αυτή η χρονική καθυστέρηση είναι πολύ σημαντική διότι η εξωτερική θερμοκρασία θα αρχίσει να μειώνεται επειδή θα αρχίζει να νυχτώνει. Τότε το κτήριο αρχίζει να αποβάλλει θερμότητα προς το περιβάλλον λόγω του ότι κατά την διάρκεια της νύχτας η εξωτερική θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή από την θερμοκρασία που υπάρχει μέσα στο σπίτι..

1.6.1. Φυσικός Αερισμός [11,12,14,16]



Ο φυσικός αερισμός είναι μια από τις πιο ευρέως διαδεδομένες τεχνικές παθητικής ψύξης. Ο αερισμός των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου είναι απαραίτητος όχι μόνο για την μείωση της θερμοκρασίας, αλλά και για την διατήρηση της ποιότητας του αέρα σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με τη διείσδυση του εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου. Η φυσική κίνηση του αέρα διαμέσου ενός ανοίγματος οφείλεται στην διαφορά πίεσης που υπάρχει στις δύο πλευρές του. Η διαφορά πίεσης οφείλεται είτε στην ύπαρξη ανέμου είτε στην διαφορά θερμοκρασίας είτε σε συνδυασμός τους. Ο αερισμός παρέχει ψύξη χρησιμοποιώντας τον αέρα για την απομάκρυνση της θερμοκρασίας από το κτήριο. Η δε επαφή του με το ανθρώπινο σώμα, αυξάνει τον ρυθμό εξάτμισης από το δέρμα και την αποβολή θερμότητας.

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στο σωστό σχεδιασμό ενός κτηρίου αποτελεί η γνώση της ταχύτητας και της διεύθυνση του ανέμου. Υψηλά επίπεδα αερισμού θα πρέπει να υπάρχουν κατά την διάρκεια της ημέρας στους κατοικημένους χώρους του κτηρίου στο ύψος του ανθρώπινου κεφαλιού. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να υπάρχει μια καλή ροή δροσερού αέρα κατά μήκος των στοιχείων μεγάλου όγκου του κτηρίου έτσι ώστε να διαχέεται μέσω αυτών όσο γίνεται περισσότερη θερμότητα. Σημαντικό ρόλο για την επίτευξη της σωστής κυκλοφορίας του αέρα μέσα στο κτήριο έχει η θέση που έχουν τοποθετήσει τα ανοίγματα και το σχήμα τους. Οι κύριοι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες του φυσικού αερισμού, είναι : οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων, η χρήση του κτηρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων.

Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες καθορίζουν και τις απαιτήσεις του φυσικού αερισμού στην διάρκεια των εποχών του έτους. Στις εύκρατες περιοχές, όπου ο χειμώνας είναι υγρός και σχετικά ψυχρός, το ποσοστό του αερισμού πρέπει να μειώνεται, ώστε να μην αυξάνονται η θερμικές απώλειες. Αντίθετα το καλοκαίρι ο φυσικός αερισμός είναι απαραίτητος για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η κίνηση του αέρα μειώνει την εσωτερική θερμοκρασία και απομακρύνει την πρόσθετη υγρασία. Οι δροσεροί άνεμοι (αύρες) συμβάλλουν στον φυσικό δροσισμό και την ψύξη του κτηρίου. Σε ζεστές, ξηρές περιοχές, με μεγάλη εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι, είναι προτιμότερο να

αποφεύγεται ο αερισμός την ημέρα. Αντίθετα την νύχτα που η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλή, ο φυσικός αερισμός επιβάλλεται τόσο για την μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου, όσο και για την ψύξη των εσωτερικών επιφανειών. Για την αξιοποίηση των ευνοϊκών συνθηκών, ικανή και αναγκαία προϋπόθεση είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός των ανοιγμάτων του κτηρίου.

Ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων αποτελούν καθοριστικό κριτήριο για την δημιουργία επαρκούς φυσικού αερισμού. Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν για την διερεύνηση των παραπάνω παραμέτρων. Έτσι, αναφέρεται ότι καλύτερες συνθήκες αερισμού δημιουργούνται όταν η διεύθυνση των ανοιγμάτων παρουσιάζει μια κλίση 45° περίπου, ως προς την διεύθυνση των ανοιγμάτων εισόδου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια κυκλική κίνηση του αέρα μέσα στον χώρο και πιο ομοιόμορφη κατανομή της ροής και της ταχύτητας του. Από άλλες μελέτες έχει προκύψει ότι καλύτερες συνθήκες αερισμού επιτυγχάνεται όταν το ρεύμα του αέρα αλλάζει διεύθυνση μέσα στον χώρο, παρά όταν η ροή είναι κατευθυνόμενη, δηλαδή διαμπερής. Σχετικά με το σχήμα των ανοιγμάτων έχει αποδειχθεί ότι τα ορθογωνικά ανοίγματα έχουν καλύτερη απόδοση από ανοίγματα οποιουδήποτε άλλου σχήματος για οποιαδήποτε κλίση εισόδου του ανέμου. Για την επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων αέρα στο εσωτερικό ενός κτηρίου, οι διαστάσεις των ανοιγμάτων εισόδου του αέρα πρέπει να είναι κατά 50% περίπου μικρότερος από τις διαστάσεις ανοιγμάτων εξόδου. Γενικά, τα ανοίγματα που βρίσκονται στην υπήμενη πλευρά (ανοίγματα εξόδου) πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή τουλάχιστον ισομεγέθη με τα ανοίγματα εισόδου έτσι ώστε να διευκολύνεται η ελεύθερη κίνηση του αέρα μέσα στον χώρο, χωρίς να δημιουργείται το φαινόμενο της υποπίεσης (φαινόμενο Venturi).

Η χρήση μονόπλευρου αερισμού, ανοίγματα δηλαδή από την μια πλευρά του κτηρίου, δεν συνίσταται διότι με αυτό τον τρόπο δεν επιτυγχάνεται σωστή κυκλοφορία αέρα. Το γεγονός αυτό συμβαίνει διότι με ένα ανοιχτό παράθυρο ο αερισμός γίνεται κυρίως λόγω της τυρβώδους ροής του αέρα και η κίνηση του μέσα στο σπίτι δεν είναι σημαντική. Επομένως, είναι προτιμότερη η χρήση δύο παραθύρων ώστε να γίνεται διαμπερής αερισμός. Στην περίπτωση όπου ο άνεμος έχει διεύθυνση πλάγια ως προς τα ανοίγματα, τότε ο αέρας κυκλοφορεί σε όλο τον χώρο. Ο διαμπερής αερισμός μπορεί να βελτιωθεί με την τοποθέτηση δύο ανοιγμάτων εξόδου, ένα σε κάθε πλευρικό τοίχο. Με την επιλογή αυτή γίνεται συνήθως μεγαλύτερη εκμετάλλευση των αλλαγών των κατευθύνσεων του ανέμου. Η διανομή των ανοιγμάτων στην πρόσοψη του κτηρίου είναι σημαντικό στοιχείο για την απόδοση του φυσικού αερισμού. Η αποτελεσματικότητα του φυσικού αερισμού επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τον σχεδιασμό του κτηρίου και τους χώρους που το περιβάλλουν. Οι εναλλαγές του αέρα σε όγκους του χώρου ανά ώρα (ACH) μπορεί να μεταβάλλονται σημαντικά ανάλογα με τις συνθήκες. Για ψύξη με αερισμό για μια κατοικία με γραφείο, σύμφωνα με τα πρότυπα της ASHRAE συνιστώνται 0.75 με 1 ACH, ενώ σε γεμάτα θέατρα ή μπαρ απαιτούνται ορισμένες φορές 30 έως 50 ACH. Υψηλές τιμές εναλλαγών αερισμού επηρεάζουν τις συνθήκες άνεσης και προξενούν ενοχλήσεις: για παράδειγμα ένα κερί τρεμοπαίζει σε ταχύτητα αέρα 0.5 m/h περίπου ενώ σελίδες χαρτιού μπορούν να παρασυρθούν όταν η ταχύτητα του αέρα φτάσει τα 1.5 m/s.

Η ψύξη του κτηρίου με φυσικό αερισμό πραγματοποιείται με την απαγωγή θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον, η οποία υπολογίζεται από την σχέση :

- Q είναι σε ποσοστό αερισμού σε m^3/h
- q το συνολικό θερμικό κέρδος από ενοίκους και συσκευές σε kcal/h

- ρ η μέση πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3
- C_p η ειδική θερμότητα του αέρα σε $\text{kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$
- $T_2 - T_1$ η διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας

Η παραπάνω σχέση υποδηλώνει ότι για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία σε ανεκτά επίπεδα, εφόσον είναι γνωστή η διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, μπορεί να υπολογιστεί ο απαιτούμενος όγκος αέρα ανά ώρα για την απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας.

Όταν ο άνεμος προσπίπτει στην επιφάνεια ενός κτηρίου δημιουργείται θετική πίεση στη προσήνεμη και αρνητική στην υπήμενη πλευρά του κτηρίου. Η πίεση εξ' αιτίας της ροής του ανέμου, p_w , υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$p_w = \frac{C_p u^2 \rho}{2} \quad [1.1]$$

- C_p είναι ο συντελεστής ανεμοπίεσης
- ρ η πυκνότητα του αέρα (Kg/m^3)
- u η ταχύτητα του ανέμου (m/s)

Ο συντελεστής ανεμοπίεσης είναι αδιάστατο μέγεθος και για τον υπολογισμό του απαιτούνται πληροφορίες σχετικά με την γεωμετρία του κτηρίου, τη σχετική θέση του κτηρίου ως προς τα γειτονικά κτίσματα, την τοπογραφία του χώρου.

Η ταχύτητα του ανέμου υπολογίζεται βάσει υπαρχόντων μετεωρολογικών στοιχείων της περιοχής. Τα μετεωρολογικά στοιχεία συλλέγονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς σε ύψος 10m συνήθως από το έδαφος. Για τον υπολογισμό της ταχύτητας του ανέμου u , σε ύψος H , η πιο απλή και ευρύτερα διαδεδομένη σχέση που χρησιμοποιείται είναι:

$$\frac{u}{u_{10}} = cH^a \quad [1.2]$$

- u_{10} , είναι η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 10m από την επιφάνεια του εδάφους
- c και a είναι συντελεστές που δίνονται από τον πίνακα 1

| Περιοχή | c | a |
|-------------------------|------|------|
| Επίπεδη ανοιχτή περιοχή | 0.68 | 0.17 |
| Ημιαστική περιοχή | 0.52 | 0.20 |
| Αστική περιοχή | 0.35 | 0.25 |
| Πόλη | 0.21 | 0.33 |

Ο νυκτερινός αερισμός είναι μια ιδιαίτερα αποδοτική τεχνική για το δροσισμό των κτηρίων. Όταν ψυχρός εξωτερικός αέρας κυκλοφορεί εντός του κτηρίου, τότε η αποθηκευμένη θερμότητα στο κτηριακό κέλυφος μεταφέρεται στον αέρα και μειώνεται η θερμοκρασία της κτηριακής μάζας. Με αυτόν τον τρόπο, την επόμενη μέρα, το κτήριο ξεκινά από χαμηλότερη θερμοκρασία και άρα μειώνονται οι μέγιστες θερμοκρασίες και το ψυκτικό φορτίο του κτηρίου. Κατά την διάρκεια της νύχτας η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη σε σχέση με εκείνη της ημέρας. Συνεπώς είναι πολύ εύκολο να ψυχθούν οι εσωτερικοί χώροι του κτηρίου, επιτρέποντας στον εξωτερικό αέρα να εισέλθει σε αυτούς. Η κίνηση του αέρα απάγει θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στα δομικά στοιχεία του

κτηρίου κατά την διάρκεια της ημέρας. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να συμβαίνει καθ' όλη την διάρκεια της νύχτας με αποτέλεσμα η θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να εμφανίζεται αρκετά πιο χαμηλή την επόμενη μέρα. Συνεπώς το επόμενο πρωί οι ένοικοι εισέρχονται σε ένα άνετο και δροσερό περιβάλλον.

Η απόδοση του νυκτερινού αερισμού εξαρτάται από την σχετική διαφορά της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Όσο πιο χαμηλή είναι η εξωτερική θερμοκρασία, τόσο πιο αποτελεσματικός είναι ο νυκτερινός αερισμός. Είναι επίσης αναγκαίο να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή κίνηση του αέρα μέσω των ανοιγμάτων. Το ποσό της θερμότητας που απάγεται από τους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα του αέρα που εισέρχεται σε αυτούς. Η όλη διαδικασία μπορεί να βελτιωθεί με την τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής, η οποίοι αυξάνουν την κίνηση του αέρα και έχουν σαν αποτέλεσμα την συναγωγή μεταξύ των διαφόρων επιφανειών και του αέρα. Η χρήση αυτών των ανεμιστήρων είναι δυνατόν να επιτρέψει την επίτευξη θερμικής άνεσης στους χώρους σε θερμοκρασίες κοντά στους 29° C με ταυτόχρονη μείωση του ψυκτικού φορτίου.

Ο φυσικός αερισμός κατά την διάρκεια της νύχτας μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε μεγάλα κτήρια με μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίας του αέρα καθ' όλη την διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Σε κτήρια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα η εσωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα με την μέση εξωτερική θερμοκρασία. Στα κτήρια στα οποία εφαρμόζονται τεχνικές νυκτερινού αερισμού χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένα παράθυρα με ανοίγματα στο επάνω μέρος τους. Μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε σε κτήριο στην περιοχή της Αθήνας έδειξε ότι με την εφαρμογή του νυκτερινού αερισμού η μέγιστη παρατηρούμενη μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας ήταν 1° C. Η μείωση της θερμοκρασίας βρέθηκε να είναι πιο σημαντική τους μήνες Ιούνιο και Αύγουστο από ότι τον Ιούλιο που οι θερμοκρασίες την νύχτα είναι υψηλότερες. Μια άλλη μελέτη σε κτήρια γραφείων στην περιοχή της Αθήνας που αφορούσε την δυνατότητα μείωσης των ενεργειακών τους αναγκών, έδειξε ότι με την εφαρμογή νυκτερινού αερισμού η ανάγκη για ψυκτικά φορτία για τον κλιματισμό των χώρων είναι δυνατόν να μειωθεί έως και κατά 30% .

1.6.2. Σκίαση και ηλιοπροστασία [1,12,14,15,16]

Η ηλιοπροστασία είναι μια ιδιαίτερα διαδεδομένη στρατηγική για την προστασία του κτηρίου από τα θερμικά κέρδη. Επιτυχής ηλιοπροστασία συνεισφέρει αφενός στην μείωση των ηλιακών κερδών στο κτήριο μέσω των διάφανων στοιχείων κελύφους, αλλά και στην ρύθμιση του φυσικού φωτισμού εντός των χώρων και την προστασία των ενοίκων από την θάμβωση και την υπεριώδη ακτινοβολία. Ο βαθμός και ο τύπος της αναγκαίας σκίασης εξαρτάται από την θέση του ήλιου, την τοποθεσία και την γεωμετρία του τμήματος του κτηρίου που πρέπει να σκιαθεί. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού τα νότια ανοίγματα λαμβάνουν πιο λίγη ηλιακή ακτινοβολία από ότι τον χειμώνα, οπότε είναι και πιο εύκολο να προστατευθούν. Η σκίαση των δυτικών και ανατολικών παραθύρων είναι πιο δύσκολη γιατί ο ήλιος κατά την ανατολή και την δύση βρίσκεται σε πιο χαμηλή κλίση στον ουρανό. η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με τη χρήση σκιάστρων και τη χρήση βλάστησης. Οι τεχνικές που εφαρμόζονται είναι εξωτερικές ή εσωτερικές, κινητές ή σταθερές ή και συνδυασμοί αυτών.

Τα πιο αποτελεσματικά σταθερά σκίαστρα για τα νότια παράθυρα είναι τα οριζόντια. Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο, ότι για την χρήση οποιονδήποτε οριζόντιων σκιάστρων είναι απαραίτητος ο νότιος προσανατολισμός του ανοίγματος που σκιάζεται. Αυτό συμβαίνει διότι μια μικρή απόκλιση της τάξης των 8° μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της αποτελεσματικότητας της σκίασης. Για ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς χρησιμοποιούνται κατακόρυφα σκίαστρα. Το κύριο μειονέκτημα των σταθερών σκιάστρων είναι ότι το ποσό της σκίασης είναι σταθερό και εξαρτάται από την θέση του ήλιου σε κάθε εποχή και όχι από το κλίμα που επικρατεί. Τα σταθερά σκίαστρα θα αποκόπτουν μέρος της διάχυσης ακτινοβολίας που εισέρχεται στον κτήριο των χειμώνα.



Τα κινητά σκίαστρα είναι τέντες, περσίδες, κουρτίνες και ρολά. Το πλεονέκτημα των κινητών σκιάστρων είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν κινητή μόνωση κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Ένα από τα πιο απλά συστήματα κινητής σκίασης είναι η τέντα η οποία περιορίζει το θερμικό κέρδος μέχρι και 65% κατά το θέρος στις νότιες όψεις και μέχρι 80% στις ανατολικές και δυτικές επιφάνειες. Η αποτελεσματικότητα της υφιστάμενης τέντας περιορίζεται πολλές φορές λόγω φθοράς της από τις καιρικές συνθήκες. Τα κινητά σκίαστρα μπορούν να είναι εσωτερικά είτε εξωτερικά .

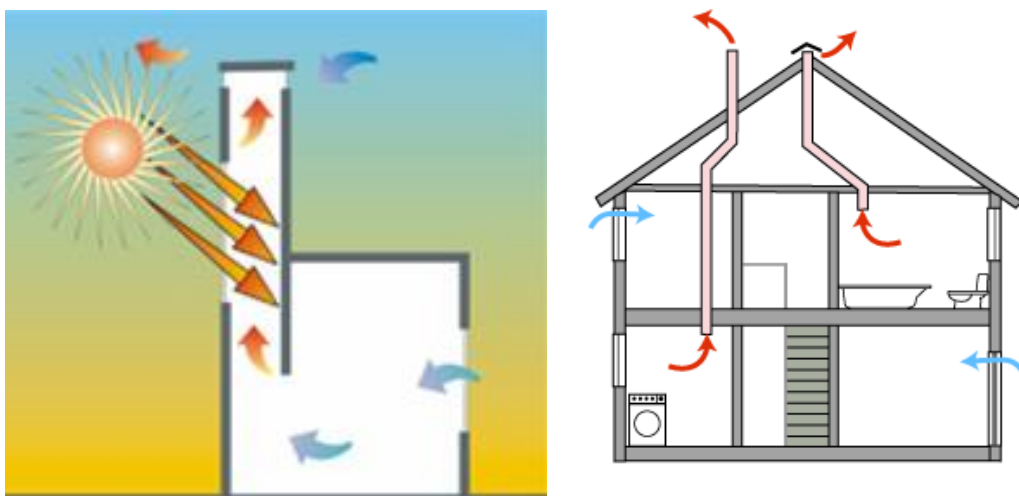
Τα εσωτερικά σκίαστρα είναι λιγότερο αποτελεσματικά σε σχέση με τα εξωτερικά διότι το φως του ήλιου εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο και σταματά στο σκίαστρο. Για να μην παρατηρείται όμως αύξηση της θερμοκρασίας μέσα στον δωμάτιο θα πρέπει το φως του ήλιου να ανακλάται πάλι πίσω μέσω του παραθύρου. Όμως είναι αδύνατο να επιτευχθεί το 100% της ανάκλασης του φωτός, επομένως ένα μέρος της ηλιακής ενέργειας θα απορροφηθεί και θα μεταφερθεί υπό την μορφή θερμότητας στο εσωτερικό του κτηρίου. Για τον λόγο αυτό όταν υπάρχουν εσωτερικά σκίαστρα δεν πρέπει να έχουν σκούρο χρώμα. Τα εξωτερικά σκίαστρα αποδίδουν όση ενέργεια έχουν απορροφήσει στον εξωτερικό αέρα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της αποτελεσματικότητας τους κατά 30% σε σχέση με αυτή των εσωτερικών σκιάστρων. Όμως τα εσωτερικά σκίαστρα έχουν πιο χαμηλό κόστος και είναι πιο εύκολα στο χειρισμό τους.

Η επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου είναι σημαντική και αρκετά δύσκολη διαδικασία αφού εξαρτάται τόσο από τις ανάγκες του κτηρίου και την στρατηγική που ακολουθείται για την διαμόρφωση της θερμικής και ενεργειακής του συμπεριφοράς όσο και από το κόστος για την τοποθέτηση του. Ακόμα πρέπει να συνδυάζονται τα συστήματα σκίασης με τον επαρκή φωτισμό και αερισμό των εσωτερικών χώρων.

Η ύπαρξη μεγάλων δέντρων γύρω από κτήριο παρέχει σκίαση κατά την διάρκεια της ημέρας και λόγω της εξατμοδιαπνοής τους, απορροφούν θερμότητα από τον αέρα με αποτέλεσμα την επίτευξη πιο χαμηλών θερμοκρασιών. Η θέση και η πυκνότητα του φυλλώματος είναι κύριοι παράγοντες για την χρήση της βλάστησης για σκίαση. Τα δέντρα που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι τα φυλλοβόλα διότι κατά τον χειμώνα δεν εμποδίζουν τα ηλιακά κέρδη και ταυτόχρονα παρέχουν καλύτερη διέλευση του φυσικού φωτισμού. Οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη σκίαση της κατοικίας από δέντρα είναι η μορφολογία και η εξωτερική υφή του εδάφους, το κλίμα, το μέγεθος που καταλαμβάνουν όταν αυτά μεγαλώσουν και η περιποίηση τους.

1.6.3. Φαινόμενο Καμινάδας[11]

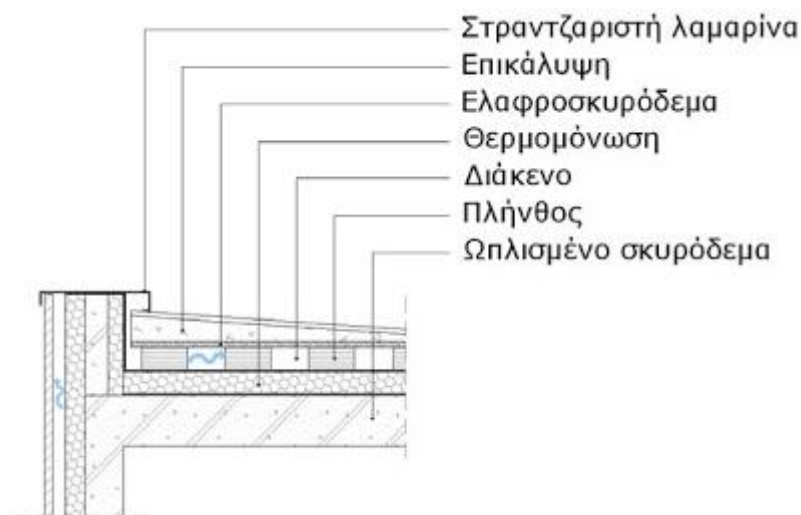
Οι θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό του κτηρίου δημιουργούν διαφορές πυκνότητας στις αντίστοιχες ζώνες. Η μεταβολή της πυκνότητας του αέρα δημιουργεί διαφορά πίεσης ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό του κτηρίου. Όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική, κρύος αέρας εισέρχεται από τα χαμηλά ανοίγματα του κτηρίου, ενώ θερμός αέρας εξέρχεται από τα υψηλότερα ανοίγματα. Η ροή αντιστρέφεται όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εσωτερική. Δύο κύριες μορφές του φαινομένου της καμινάδας αποτελούν ο πύργος αερισμού και η ηλιακή καμινάδα.



Η πρώτη μορφή είναι αυτή του πύργου αερισμού και αξιοποιεί την ταχύτητα του ανέμου μεταφέροντας την στο εσωτερικό του κτηρίου. Ο άνεμος εισρέει στην κοιλότητα του πύργου, που υπάρχει στο επάνω μέρος και είναι προσανατολισμένη στην προσήμενη πλευρά και οδηγείται στο κάτω μέρος της καμινάδας. Ο αέρας εξέρχεται από το κτήριο μέσω των ανοιγμάτων που βρίσκονται την υπήμενη πλευρά. Η ηλιακή καμινάδα εκμεταλλεύεται τον ήλιο για να θερμάνει την εσωτερική της επιφάνεια. Κάνοντας χρήση της μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή θερμαίνεται ο αέρας που υπάρχει στην καμινάδα ανεβαίνει προς τα επάνω και απομακρύνεται στο περιβάλλον και αντικαθίσταται από αέρα του σπιτιού. Έτσι δημιουργείται ροή αέρα μέσα στον κτήριο. Στην προσήμενη πλευρά του κτηρίου υπάρχει παράθυρο από το οποίο μπαίνει ο δροσερός αέρας. Οι διαστάσεις της καμινάδας (μήκος – πλάτος) πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να μην επιτρέπεται η ανάστροφη ροή του αέρα.

1.6.4. Αεριζόμενο Κέλυφος[16]

Είναι μια κατασκευή διπλού κελύφους στην οροφή ή στην πρόσοψη του κτηρίου, όπου μέσα στο διάκενο κυκλοφορεί ο αέρας του περιβάλλοντος και συνεισφέρει στη μεταφορά θερμότητας από το κέλυφος του κτηρίου στην ατμόσφαιρα.



Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στην σκίαση του κελύφους και συνεπώς στην θερμική προστασία του κτηρίου, αλλά και στην μεταφορά θερμότητας από το κέλυφος στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο.

Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, οπότε μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Πρέπει ωστόσο, να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους.

Μέσω του φυσικού αερισμού μπορεί να εξοικονομηθούν μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια. Μια μέση μείωση της τάξης του 75% με 100% του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού, έχει προκύψει από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα.

1.6.5. Εξατμιστική ψύξη

Η εξατμιστική ψύξη χρησιμοποιεί το φαινόμενο της εξάτμισης για την απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου στο περιβάλλον. Εξάτμιση λαμβάνει χώρα όταν η πίεση ατμού του νερού είναι υψηλότερη από την μερική πίεση των ατμών του νερού στην ατμόσφαιρα. Σε όλα τα συστήματα με εξάτμιση είναι σημαντική η μεγιστοποίηση της ροής του αέρα κοντά στο νερό. Φρέσκος αέρας πρέπει συνεχώς να είναι διαθέσιμος και να αντικαθιστά τον αέρα που βρίσκεται κοντά στο νερό, και έχει αυξημένα επίπεδα υγρασίας. Η αδυναμία αντικατάστασης του αέρα έχει σαν αποτέλεσμα η κατοικία γρήγορα να κορεστεί με υδρατμούς. Έτσι όποιο σύστημα και να έχει χρησιμοποιηθεί δεν

θα είναι αποδοτικό. Κατασκευές, έπιπλα και οτιδήποτε άλλο εμποδίζει την ροή του αέρα πρέπει να αποφεύγεται.

Η εξάτμιση χαρακτηρίζεται από μετατόπιση κατά μήκος της ευθείας γραμμής σταθερής θερμοκρασίας υγρού βολβού στον ψυχομετρικό χάρτη. Όταν η μείωση της θερμοκρασίας του ξηρού βολβού συνοδεύεται από αύξηση της υγρασίας του αέρα, η διαδικασία ονομάζεται άμεση ψύξη με εξάτμιση. Στην περίπτωση αυτή η εξάτμιση του νερού συμβαίνει σε μια επιφάνεια ή μέσα σε σωλήνα συμβάλλοντας έτσι στην μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών, είναι δυνατόν να ψυχθεί ο παρακείμενος προς αυτές τις επιφάνειες αέρας χωρίς να αυξηθεί η υγρασία που περιέχεται. Τότε αυτή η διαδικασία ονομάζεται ψύξη με έμμεση εξάτμιση και χαρακτηρίζεται από μετατόπιση κατά μήκος της ευθείας με σταθερό λόγο υγρασίας. Η αποδοτικότητα των εξατμιστικών συστημάτων βασίζεται στην απόδοση κορεσμού τυπικές τιμές της οποίας κυμαίνονται μεταξύ 60% και 80%, η απόδοση κορεσμού ορίζεται ως:

$$\alpha.κ. = \frac{T_{dbin} - T_{dbout}}{T_{dbin} - T_{wbin}} [1.5]$$

- T_{dbin} είναι η θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα στην είσοδο του συστήματος
- T_{dbout} είναι η θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα στην έξοδο του συστήματος
- T_{wbin} είναι η θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα στην είσοδο του συστήματος

Τα συστήματα ψύξης με άμεση εξάτμιση αυξάνουν την υγρασία του ψυχθέντος αέρα ανεβάζοντας την σχετική υγρασία του αέρα του εσωτερικού χώρου (μαζί με τον λόγο υγρασίας αυτού). Αυτό μπορεί να είναι αποδεκτό ειδικά εάν ο αριθμός εναλλαγών του αέρα ανά ώρα είναι επαρκής. Διαφορετικά είναι δυνατόν να επηρεαστεί δυσμενώς η άνεση και αν παρατηρηθεί συμπύκνωση ή σχηματισμός μούχλας. Πολλά παραδείγματα συστημάτων άμεσης εξάτμισης υπάρχουν στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, ιδίως σε θερμές, ξηρές περιοχές όπου υπάρχουν μικρές λίμνες, δεξαμενές, υγρές επιφάνειες που βρίσκονται προς την πλευρά του ρεύματος αέρα. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούν λίγη ή καθόλου βοηθητική ενέργεια και απλές αλλά στιβαρές τεχνολογικές κατασκευές ώστε να είναι δυνατό να αποφύγουν την ανάγκη για μεγάλες επιφάνειες νερού και την κίνηση μεγάλων όγκων αέρα, με αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για ξηρές περιοχές. Το κύριο μειονέκτημα τους είναι το αυξημένο ποσοστό υγρασίας του αέρα αερισμού που παρέχεται στο εσωτερικό των χώρων.

Τα συστήματα έμμεσης εξατμιστικής ψύξης βασίζονται στη χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας, όπου διέρχεται ο εσωτερικός αέρας που προωθείται με ανεμιστήρα και περνά από το πρωτεύον κύκλωμα στο οποίο πραγματοποιείται η εξάτμιση, ενώ ο εξωτερικός αέρας περνά από το δευτερεύον κύκλωμα. Αυτό μειώνει την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα χωρίς να αυξάνει την υγρασία του. Το σύστημα αυτό έχει αναπτυχθεί σημαντικά σε βιομηχανικό επίπεδο παγκοσμίως. Υπάρχουν τρεις τύποι τέτοιων ψυκτών: οι επίπεδοι, οι σωληνωτοί και οι ψύκτες περιστρεφόμενου τύπου. Τιμή κατωφλίου για τη λειτουργία του συστήματος αυτής της μορφής εμφανίζονται μόλις η εσωτερική θερμοκρασία υγρού βολβού γίνει πιο χαμηλή από την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού. Πρακτικά η εσωτερική θερμοκρασία υγρού βολβού θα πρέπει να είναι πιο χαμηλά από 21° C.

Σε θερμά και ξηρά κλίματα μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι 30% σε σύγκρισή με τα συστήματα ψύξης με συμπιεστές. Πάντως η αποδοτικότητα του

συστήματος επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία του υγρού βολβού του εξωτερικού αέρα. Καθώς τα συστήματα έμμεσης εξάτμισης δεν προσθέτουν υγρασία στο κτήριο, δεν απαιτείται για την λειτουργία τους έλεγχος υγρασίας. Εξαρτήματα που διαβρώνονται θα πρέπει να αποφεύγονται για λόγους συντήρησης.

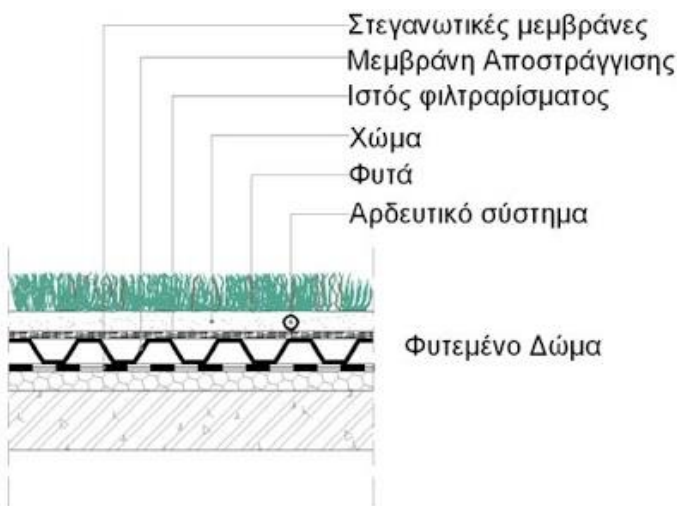
Αποτελεσματικά φίλτρα είναι αναγκαία για να εμποδιστεί η συσσώρευση σωματιδίων σκόνης. Όπου η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι υψηλή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα ψύξης δύο σταδίων. Αυτό αποτελείται από έναν έμμεσο ψύκτη σε ζεύξη με έναν άμεσο ή έμμεσο ψύκτη. Αυτοί μπορεί μπορούν να συμπληρώνονται από μια ψυκτική μονάδα κλιματισμού.

Εναλλακτικό σύστημα εξάτμισης ψύξης θα μπορούσε να είναι και ο ψεκάσμος της οροφής κατά την διάρκεια του καλοκαιριού προσφέροντας μια καλή λύση για το φυσικό δροσισμό του κτηρίου. Το νερό με την βοήθεια αντλίας, ψεκάζεται στην οροφή του σπιτιού και κυλώντας αργά πάνω σε κεκλιμένη στέγη απάγει τη θερμότητα της οροφής και ψύχει την οροφή. Η αισθητή θερμότητα στην επιφάνεια της οροφής μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης και το νερό εξατμίζεται. Δημιουργείται έτσι θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των εσωτερικών και των εξωτερικών επιφανειών με αποτέλεσμα την ψύξη του κτηρίου. Το νερό συλλέγεται στο κάτω μέρος της στέγης και επαναχρησιμοποιείται ή διατίθεται για άλλες χρήσεις. Με τον συνεχή ψεκάσμό η επιφάνεια της οροφής διατηρείται συνεχώς υγρή. Λόγω της μεγάλης επιφάνειας που ψεκάζεται και του γεγονότος ότι είναι ολόκληρη εκτεθειμένη στον νυχτερινό ουρανό, το σύστημα του ψεκάσμου της οροφής έχει πολύ καλή απόδοση.

Ο αέρας που εισέρχεται στο κτήριο μπορεί προηγουμένως να έχει ψυχθεί. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση υδάτινων επιφανειών. Οι υδάτινες επιφάνειες τροποποιούν το μικροκλίμα μιας περιοχής με την εξάτμιση. Για να αλλάξει η κατάσταση του νερού και το υγρό να μετατραπεί σε ατμό απαιτείται ένα συγκεκριμένο ποσό θερμότητας που είναι γνωστό ως λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Η θερμότητα αυτή παρέχεται από θερμό αέρα και εμφανίζεται έτσι πτώση της θερμοκρασίας του αέρα που συνοδεύεται από αύξηση της σχετικής υγρασίας. Η επίδραση της ψύξης από εξάτμιση μπορεί να μεγιστοποιηθεί τόσο με την αύξηση της επιφάνειας επαφής όσο με την σχετική κίνηση του αέρα και του νερού. Επομένως πισίνες, δεξαμενές νερού, σιντριβάνια, σε εξωτερικούς χώρους κοντά στο κτήριο χρησιμεύουν ως πηγές δροσισμού που μειώνουν την θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα καθώς και του αέρα που εισέρχεται στο κτήριο. Οι υδάτινες επιφάνειες, όπως είναι φυσικό, αυξάνουν την υγρασία του αέρα και αυτό είναι ιδιαίτερα ευεργετικό σε ξηρά κλίματα. Μπορούν όμως να δημιουργήσουν προβλήματα σε υγρά κλίματα όπου ο αέρας είναι ήδη σε κατάσταση κορεσμού.

1.6.6. Φυτεμένα Δώματα. [11,16]

Οι φυτεμένες οροφές αποτελούνται από ένα στρώμα βλάστησης, το οποίο αναπτύσσεται σε ειδικά διαμορφωμένο επίπεδο, συνήθως επάνω σε μια επίπεδη οροφή. Το φυτεμένο δώμα αποτελεί μέσο θερμικής μόνωσης του κτηρίου, λόγω των υλικών από τα οποία αποτελείται (χώμα ικανού πάχους και αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών). Θα πρέπει να συνδυάζεται όμως με κατάλληλα θερμομονωμένη και υγρομονωμένη κατασκευή της οροφής. Το καλοκαίρι το φυτεμένο δώμα εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στο κτηριακό κέλυφος, λόγω της σκιάς που δημιουργούν τα φυτά στην επιφάνεια του. Πρακτικά θεωρείται ότι μηδενίζει την επίδραση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην οροφή του κτηρίου. Επίσης τα φυτά συνεισφέρουν με την εξάτμιση από τα φύλλα τους (εξατμοδιαπνοή) στην εξατμιστική ψύξη της οροφής.



διοξειδίου του άνθρακα.

Τόσο η κατασκευή του, όσο και η επιλογή των φυτών πρέπει να εξαρτάται από το είδος της οροφής, αλλά και από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Εν γένει το φυτεμένο δώμα συνεισφέρει στην δημιουργία ήπιων συνθηκών στους χώρους πάνω από τους οποίους τοποθετείται και συμβάλει στην ευχάριστη αίσθηση της παρουσίας ενός φυσικού περιβάλλοντος, στην βελτίωση της ποιότητας ζωής στην βελτίωση του κλίματος της πόλης στον εμπλουτισμό του αέρα με οξυγόνο και στην μείωση του

1.7. Θερμική μάζα [15,16]

Η ικανότητα ενός κτηρίου να αποθηκεύει θερμότητα στο εσωτερικό του και να αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια αποτελεσματικά, προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλης θερμικής μάζας. Η θερμότητα αποθηκεύεται στην θερμική μάζα του κτηρίου η οποία αποτελείται από το σύνολο των θερμοσυσσωρευτών υλικών των δομικών στοιχείων. Τα πιο κατάλληλα υλικά για την αποθήκευση της θερμότητας είναι υλικά με υψηλή θερμοχωρητική ικανότητα. Θερμοχωρητικά είναι όλα τα οικοδομικά υλικά με πυκνή μοριακή δομή. Είναι τα πυκνά και βαριά υλικά, όπως η πέτρα, το μάρμαρο, το σκυρόδεμα, το τούβλο, ο πηλός, τα κεραμικά υλικά ή νέας τεχνολογίας όπως τα υλικά αλλαγής φάσης.

Η θερμική μάζα απορροφά θερμότητα είτε από την ηλιακή ακτινοβολία είτε από το θερμό αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων την συσσωρεύει και την αποθηκεύει. Για αυτό ονομάζεται και αποθήκη θερμότητας του κτηρίου. Όταν ο αέρας είναι ψυχρότερος, τα δομικά στοιχεία αποδίδουν θερμότητα.

Η θερμική μάζα είναι ο ρυθμιστής της εσωτερικής θερμοκρασίας :

- Καθυστερεί την ψύξη των χώρων κατά την διάρκεια της νύχτας το χειμώνα, διατηρώντας τους θερμούς ως το πρωί
- Καθυστερεί την θέρμανση των χώρων κατά τις θερινές μέρες, διατηρώντας τους δροσερούς ως το βράδυ
- Συμβάλλει στην μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων στο εσωτερικό του κτηρίου, τόσο μεταξύ μέρας και νύχτας , όσο και μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού.

1.7.1. Θερμομόνωση Εξωτερικών Επιφανειών. [14,15,17,18,19]

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι και η θερμομόνωση. Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση στις κτηριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο - ή αντίστροφα - και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτηρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Δυστυχώς σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις που υιοθετήθηκαν στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια αγνοούν σε μεγάλο βαθμό τον παράγοντα κλίμα, ήλιο κ.λπ. και στα πλαίσια ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού δημιουργήθηκαν κτήρια απομακρυσμένα από την παράδοση, και των οποίων μιμήσεις συναντά κανείς σε τόπους με διαφορετικό εντελώς κλίμα. Με την πάροδο του χρόνου, οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων – ουσιαστικά του πετρελαίου – μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Επακόλουθο αυτού ήταν μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας και έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος που έχει η θερμομόνωση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η θερμομόνωση σ' ένα κτήριο, ουσιαστικά παρέχει σ' αυτό ένα «προστατευτικό περίβλημα» το οποίο μειώνει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Το χειμώνα μειώνει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα χάνεται από το κτήριο και το καλοκαίρι μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό.

Η μείωση των θερμικών διαφυγών από και προς τους εσωτερικούς χώρους ενός κτηρίου έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας με την οποία τροφοδοτούνται τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται ορθολογικά και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού διατάγματος που καθορίζει τους μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων του κελύφους.

Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτηρίου.
- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά.

- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα

Η κατασκευή της θερμομόνωσης ενός κτηρίου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με ορισμένες προϋποθέσεις που ανάλογα με τη θέση της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευθεί και τη θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στην κατασκευή (εσωτερικά ή εξωτερικά). Είναι ευνόητο ότι δεν μπορούν να αγνοηθούν οι απαιτήσεις προστασίας από την υγρασία. Για το λόγο αυτό, το πρόβλημα της θερμομόνωσης - όπως ήδη τονίστηκε - δεν μπορεί να εξετάζεται μεμονωμένα, αλλά σε συνδυασμό με άλλες απαιτήσεις προστασίας και πάντοτε σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα του έργου.

Στη συνέχεια γίνεται συνοπτική αναφορά στα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτηρίου, που έχουν ανάγκη θερμικής προστασίας. Αυτά είναι:

α. **Η οροφή** (επίπεδη ή κεκλιμένη) και η στέγη, που παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες, μια και είναι τα μέρη εκείνα του κτηρίου που δέχονται άμεσα όλες τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

β. **Τα εξωτερικά τοιχώματα**, που υπόκεινται σε μια σειρά επιδράσεων και τα οποία ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, προκαλούν μεγάλες θερμικές απώλειες. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η προστασία των εξωτερικών τοιχωμάτων μπορεί να γίνει εσωτερικά ή εξωτερικά, ανάλογα με τη χρήση των χώρων που προστατεύουν και το βασικό μέρος της δομής τους. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις τοιχωμάτων στις οποίες η θερμική μόνωση τοποθετείται ανάμεσα σε δυο κατακόρυφα στρώματα ομοιογενών ή ανομοιογενών υλικών και είναι σχετικά απλή λύση η οποία όμως, όπως και οι προηγούμενες, έχει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Γενικά σε όλες τις περιπτώσεις πλευρικών εξωτερικών τοιχωμάτων παίρνονται μέτρα για:

- Προστασία του θερμομονωτικού υλικού από συμπύκνωση και δρόσο, με φράγμα υδρατμών.
- Παρεμπόδιση της διείσδυσης νερών βροχής, που θα έχει ως συνέπεια την πρόκληση ανεπανόρθωτης ζημιάς στο θερμομονωτικό υλικό, και
- Αποφυγή της δημιουργίας θερμογεφυρών που αυξάνουν τις θερμικές απώλειες και δημιουργούν θερμικές τάσεις στα επιμέρους υλικά που συνθέτουν την κατασκευή

Οι τοίχοι μπορούν να μονωθούν με τέσσερις κυρίως τεχνικές

▪ Από το εσωτερικό μέρος

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως το επίχρισμα..

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής
- Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις
- Έχει απλή κατασκευή.
- Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος

- Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από της εξωτερικές καιρικές συνθήκες

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος
- Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα μετά την διακοπή της θέρμανσης. Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου
- Δεν λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών
- Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από θερμοκρασιακές μεταβολές οπότε προκύπτει κίνδυνος ρηγμάτων και εισροής βρόχινου νερού

▪ Από το εξωτερικό μέρος

Στην περίπτωση αυτή η μόνωση τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Ο χώρος διατηρεί την θερμότητα και μετά την διακοπή της θέρμανσης από την θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
- Στους νότιους ειδικά χώρους των κτιρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.
- Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εσωτερική θερμομόνωσης.
- Δεν μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος
- Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές
- Εξασφαλίζεται η κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες.

▪ Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων

Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος χτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους και τις διαστάσεις τους, πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται η στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων.

▪ Θερμομόνωση μεταξύ δύο τούβλων

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στην χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στην χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες.

γ. **Τα ανοίγματα**, που είναι από τα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτηρίου. Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών πρέπει οι αρμοί συναρμογής των πλαισίων να είναι απόλυτα αδιαπέραστοι από τον αέρα. Τα υλικά που συγκροτούν το κούφωμα (ξύλο, αλουμίνιο, πλαστικό) να είναι αρίστης ποιότητας ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις των φύλλων. Για ξύλινα παράθυρα ή πόρτες, αυτό δεν είναι εύκολα κατορθωτό εξαιτίας της φύσης του υλικού. Στην περίπτωση όμως κουφωμάτων αλουμινίου, η πρόβλεψη ειδικών παρεμβυσμάτων στους αρμούς επαφής δίνει συνήθως άριστα αποτελέσματα. Επιπλέον τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων θα πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας.

δ. **Το κατώτερο δάπεδο** του κτηρίου το οποίο όμως δεν χρειάζεται πάντα θερμική προστασία, εκτός εάν χρησιμοποιείται ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης (δάπεδο ισογείου σε επαφή με το έδαφος). Οποσδήποτε όμως, απαιτείται θερμική προστασία στις περιπτώσεις δαπέδου εκτεθειμένου προς το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. κτήριο σε πυλωτή).

ε. **Τα στηθαία** των παραθύρων, όπου συνήθως τοποθετούνται τα θερμαντικά σώματα επειδή λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συχνά τη μείωση του πάχους του τοιχώματος στις θέσεις αυτές. Επίσης, η έντονη θερμική ακτινοβολία προκαλεί συμπύκνωση στις θέσεις αυτές γρηγορότερα παρά στις υπόλοιπες επιφάνειες του χώρου, με αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο τα δομικά στοιχεία που γειτονεύουν με σώματα θέρμανσης.

στ. **Τα μπαλκόνια** και οι προεξοχές της πλάκας, όταν δεν προστατεύονται από τη θερμότητα, λειτουργούν σαν θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα να μην ελέγχονται απόλυτα οι θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και να προκαλούνται βλάβες στις κατασκευές λόγω συμπύκνωσης. Όμως η μόνωσή τους είναι συχνά προβληματική γιατί ανεβάζει υπέρμετρα το ολικό κόστος για τη θερμομόνωση του κτηρίου.

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη
- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες Γυαλί
- Περλιτοειδή
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτοϋάλου

Όλα τα υλικά που είναι γνωστά ανάλογα με τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν μπορούν να βρίσκονται σε μια από τις τρεις φάσεις στερεή, υγρή ή αέρια.

Αν χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο ταξινόμησης ο μηχανισμός αποθήκευσης ενέργειας μέσα στο υλικό (χαρακτηρίζει σε μεγάλο βαθμό τη γενικότερη θερμική συμπεριφορά του υλικού) τότε θα μπορούσαν να δημιουργηθούν δύο μεγάλες κατηγορίες.

1. τα υλικά που αποθηκεύουν θερμότητα σε μορφή αισθητής θερμότητας σε ολόκληρο το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης τους.
2. τα υλικά που αποθηκεύουν θερμότητα σε μορφή λανθάνουσας θερμότητας σε ένα τμήμα του θερμοκρασιακού εύρους χρήσης τους ενώ στο υπόλοιπο τμήμα συναλλάσσουν θερμότητα με την μορφή αισθητής θερμότητας.

Για την πρώτη κατηγορία χαρακτηριστικό μέγεθος για την θερμική συμπεριφορά τους αποτελεί η ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερή πίεση ή όγκο ενώ για την δεύτερη κατηγορία χαρακτηριστικό μέγεθος αποτελεί η λανθάνουσα θερμότητα που απαιτείται για την αλλαγή φάσης.

Βασική παρατήρηση για τις τιμές των δύο μεγεθών είναι ότι η τιμή της λανθάνουσας θερμότητας είναι πολλαπλάσια της ειδικής θερμοχωρητικότητας υπό σταθερή πίεση ή όγκο.

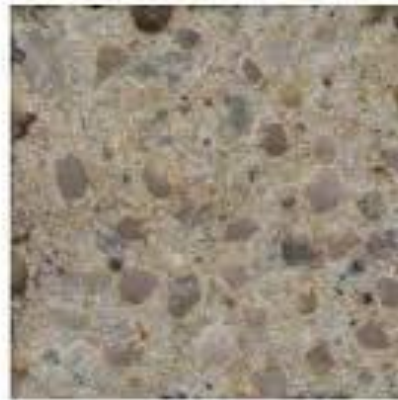
Τα υλικά που αλλάζουν φάση στο εύρος των θερμοκρασιών της εφαρμογής που χρησιμοποιούνται ονομάζονται στην διεθνή βιβλιογραφία PCMs (Phase Change Materials).

Χρήση των PCMs σε ΚΤΗΡΙΑ κές εφαρμογές

Η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας στην πέτρα είχε παρατηρηθεί από του αρχαίους χρόνους και αξιοποιηθεί στην κατασκευή των κατοικιών. Η χρήση όμως υλικών που αποθηκεύουν αισθητή θερμότητα παρουσιάζει διάφορα προβλήματα με κυριότερα την υπερβολική ποσότητα του υλικού που απαιτείται και τις ανεπιθύμητες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις που παρουσιάζονται στη θερμική συμπεριφορά του κτηρίου.



1.οικοδομικό υλικό



2. οικοδομικό υλικό διαποτισμένο με PCM

Τα δομικά υλικά από τα οποία χρησιμοποιούνται στα κτήρια παραμένουν στη στερεή κατάσταση σε ολόκληρο το εύρος των θερμοκρασιών χρήσης τους. Ομοίως συμπεριφέρονται και τα συμβατικά μονωτικά υλικά τα οποία ως χαρακτηριστικό γνώρισμα έχουν την αντίσταση που παρουσιάζουν στη διάβαση της θερμότητας μέσα από το σώμα τους. Αντίθετα με αυτή την προσέγγιση μόνωσης των κτηρίων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν υλικά που θα αποθήκευαν τη θερμότητα που εισέρχεται στο κτήριο από το κέλυφος (περίοδος θέρους) ώστε να μην αυξηθεί η θερμοκρασία των χώρων ή να αποθηκεύουν τη θερμότητα που προσπίπτει στο κτήριο με μορφή ηλιακής ακτινοβολίας ώστε μην υπάρχουν απώλειες θερμότητας (περίοδος χειμώνα).

Η βασική ιδέα των συστημάτων αποθήκευσης ως μέσα εξοικονόμησης ενέργειας είναι η μετατόπιση των μεγίστων ενεργειακών απαιτήσεων της εγκατάστασης σε ώρες εκτός των περιόδων μέγιστης ζήτησης του συστήματος διανομής ενέργειας ή η εξομάλυνση της καμπύλης ενεργειακής απαίτησης της εγκατάστασης ώστε να μην παρουσιάζονται σημεία αιχμής κατά την εικοσιτετράωρη λειτουργία της. Οι έρευνες που έχουν γίνει και γίνονται καθώς και οι εφαρμογές που έχουν πραγματοποιηθεί αποδεικνύουν ότι δομικά υλικά τα οποία έχουν εμποτιστεί με PCM ή δομικές κατασκευές που εμπεριέχουν PCM, μπορούν να αποθηκεύσουν 5 – 14 φορές περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου σε σχέση με τα συμβατικά δομικά υλικά.



3. Τούβλο με έξι οπές και PCM σε κάψουλες και σε σωλήνες

Η εφαρμογή τους στις κτηριακές εγκαταστάσεις μπορεί να γίνει είτε με χρήση των PCMs αυτούσια ως στρώμα υλικού μέσα στην τοιχοποιία ή σαν συστατικό σύνθετου υλικού με κύριο συστατικό το γύψο ή το τσιμέντο (π.χ. γυψοσανίδα με πρόσθετο συστατικό το PCM ή σοβάς με PCM). Η χρήση των PCMs σε συνδυασμό με γυψοσανίδα συνήθως γίνεται σε αναλογία 20-30% PCM κατά βάρος. Ειδικά όταν χρησιμοποιούνται οργανικά PCMs η ενσωμάτωσή τους σε υλικά με υψηλό δείκτη πυραντίστασης εξασφαλίζει εν μέρη τη μη ανάφλεξη των PCMs σε περίπτωση πυρκαγιάς. Η ενσωμάτωση των PCMs σε υλικά όπως ο γύψος ή το τσιμέντο εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό τη συγκράτηση του υλικού ακόμη και μετά την πλήρη υγροποίησή του, καθώς και τη μη πρόσληψη υγρασίας από τον αέρα του περιβάλλοντος. Σε πολλές περιπτώσεις ανάλογα με την κατηγορία του υλικού (λιπαρά οξέα, ένυδρα άλατα) είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση του PCM σε προστατευτικό κάλυμμα πριν την ενσωμάτωσή τους σε δομικό υλικό. Για την κατηγορία των παραφινών πειραματικά αποτελέσματα έχουν δείξει τη συμβατότητά τους με το γύψο, καθώς και με το τσιμέντο και γι' αυτό το λόγο έχουν χρησιμοποιηθεί δομικά υλικά εμποτισμένα με παραφίνες.

Το πλέον προσιτό δείγμα χρήσης των PCMs ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία τους είναι η εφαρμογή στην τοιχοποιία. Κατά την περίοδο του θέρους η θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον εισέρχεται στο κέλυφος του κτηρίου διαπερνώντας τα στρώματα του σοβά και του τούβλου και αντιμετωπίζει τη θερμική αντίσταση της μόνωσης. Στην κοινή κατασκευή τοιχοποιίας όσο ποσό θερμότητας διαπεράσει το στρώμα της μόνωσης θα εισέλθει στο χώρο μέσω των στρωμάτων του τούβλου και του

σοβά. Στην περίπτωση της ενισχυμένης τοιχοποιίας με PCM το επιπλέον ποσό θερμότητας αποθηκεύεται στο υλικό και δεν περνά προς τον εσωτερικό χώρο.

Κατά την περίοδο του χειμώνα ο αέρας του εσωτερικού χώρου έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον. Σ' αυτή την περίπτωση η θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο διαπερνά τα στρώματα του σοβά και του τούβλου και εγκλωβίζεται στο PCM μην αφήνοντας να διαφύγει θερμότητα προς το περιβάλλον. Στη συμβατική περίπτωση όσο ποσό θερμότητας διαφεύγει από το στρώμα της μόνωσης καταλήγει στο περιβάλλον.

Μέτρηση των ιδιοτήτων των PCMs

Ο υπολογισμός των ιδιοτήτων των PCM είναι εξαιρετικής σημασίας ζήτημα για την επιλογή του κατάλληλου υλικού ανά εφαρμογή.

Οι κυριότερες ιδιότητες του υλικού που πρέπει να εξετάζονται είναι :

1. Σημείο τήξης
2. Σημείο πήξης
3. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας
4. Η ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερή πίεση
5. Η λανθάνουσα θερμότητα υγροποίησης – στερεοποίησης
6. Ο βαθμός του supercooling
7. Ο βαθμός του phase segregation
8. Ο βαθμός διάβρωσης σε διάφορα «κοινά» υλικά

1.8. Φυσικός Φωτισμός [11,14,16,22]

Η σωστή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τον τεχνητό φωτισμό και να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στην εξοικονόμηση ενέργειας, γενικότερα, ενός κτηρίου αλλά και στην οπτική άνεση και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ενοίκων. Η αποδοτικότερη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προϋποθέτει την εξέταση των παρακάτω παραγόντων.

- Γεωμετρία εσωτερικών χώρων
- Γεωμετρία και θέση ανοιγμάτων
- Ποσοστό ανοιγμάτων
- Μέγεθος γειτονικών κτιρίων
- Χρωματισμός εσωτερικών επιφανειών

Αφορά δηλαδή, μια ενιαία μελέτη του χώρου, των ανοιγμάτων και των μεθόδων ηλιοπροστασίας. Οι βασικότερες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την μέγιστη εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού είναι :

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί
- Ειδικοί υαλοπίνακες
- Πρισματικά φωτοδιαπεραστικά υλικά
- Διαφανή μονωτικά υλικά
- Ράφια φωτισμού – ανακλαστήρες, περσίδες.

2. ΚΤΗΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ



Η παγκόσμια κοινότητα βρίσκεται εδώ και αρκετό καιρό σε αναζήτηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα. Είναι κοινά αποδεκτό πλέον ότι δεν μπορεί να καλυφθεί η αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας με τις συμβατικές ενεργειακές μεθόδους, ενώ ιδιαίτερα στον κτηριακό τομέα υπάρχει τεράστιο δυναμικό εξοικονόμησης, χωρίς απώλεια της ποιότητας των ανέσεων. Τη μετάβαση σε μια εποχή εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα την έχουν αναλάβει κτήρια νέας γενιάς, χαμηλών ενεργειακών απαιτήσεων, αλλά και η μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

2.1. Ορισμός κτηρίων μηδενικής ενέργειας [3,4,5,6]

Ο χαρακτηρισμός κτήριο μηδενικής ενέργειας, αναφέρεται σε κτήρια με μηδενική καθαρή κατανάλωση ενέργειας. Η φιλοσοφία του κτηρίου μηδενικής ενέργειας, είναι ουσιαστικά μια εξέλιξη του παθητικού σχεδιασμού. Η εφαρμογή αυτής της φιλοσοφίας στον κτηριακό τομέα, δεν είναι μόνο η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου με παθητικές μεθόδους σχεδιασμού, αλλά και ο σχεδιασμός ενός κτηρίου που ικανοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του, με ενεργές τεχνικές και τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έτσι ώστε τα αποτελέσματα των εφαρμογών αυτών να μπορούν να εκτιμηθούν με βάση την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας αλλά και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Τα κτήρια μηδενικής ενέργειας, σχεδιάζονται αρχικά ώστε να προσφέρουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και μειωμένες ενεργειακές ανάγκες και στην συνέχεια να εφαρμόζονται σε αυτά τεχνικές παραγωγής και εξοικονόμησης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που βρίσκονται στο χώρο του κτηρίου. Ένα κτήριο μηδενικής ενέργειας, μπορεί να οριστεί με διάφορους τρόπους.

Διαχωρισμός ανάλογα με την παροχή ενέργειας

1. **μηδενικής τελικής ενέργειας (Net Zero Energy)** : κτήρια τα οποία παράγουν επί τόπου τόση ενέργεια όση καταναλώνουν ετησίως.
2. **μηδενικής ενέργειας από την πηγή (Net Zero Source Energy)** : κτήρια τα οποία παράγουν τουλάχιστον όση ενέργεια χρησιμοποιούν σε ένα χρόνο. Η ενέργεια από την πηγή αναφέρεται στην πρωτογενή ενέργεια που χρησιμοποιείται για την δημιουργία και την παράδοση της απαιτούμενης ενέργειας στο χώρο του κτηρίου. Για να υπολογιστεί η συνολική πρωτογενής ενέργεια ενός κτηρίου, η εισαγόμενη και εξαγόμενη ενέργεια μετατρέπεται με βάση διάφορους συντελεστές.
3. **μηδενικού κόστους ενέργεια (Net zero energy costs)** : κτήρια στα οποία υπάρχει ισοζύγιο μεταξύ του κέρδους από την πώληση της παραγόμενης επί τόπου ενέργειας και του κόστους από την αγορά ενέργειας από το δίκτυο κοινής ωφέλειας.
4. **καθαρής ενέργειας με μηδενικές εκπομπές (Net Zero energy emission)**: κτήρια στα οποία οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την ενέργεια που προσλαμβάνεται από το δίκτυο, εξισορροπούνται από την ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες, επί τόπου πηγές.

2.2. Διαχωρισμός ανάλογα με την σύνδεση του κτηρίου στο δίκτυο [3,4,5,6]

Off-grid ZEB: είναι το κτήριο το οποίο δεν είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο διανομής και μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς, ένα τέτοιο κτήριο πρέπει να καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες αποκλειστικά και μόνο από δικές του πηγές ενέργειας. Απαραίτητο στοιχείο είναι η ύπαρξη ηλιακών συσσωρευτών για την τροφοδότηση του κτηρίου σε περιόδους που δεν είναι δυνατόν να παραχθεί ενέργεια, όπως την νύχτα ή σε περιόδους συννεφιασμένου καιρού. Το κόστος είναι μεγάλο για την επίτευξη ενός τέτοιου κτηρίου λόγω του αυξημένου κόστους των συσσωρευτών. Επιπλέον, οι υπάρχουσες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας είναι πολύ περιορισμένες. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι η περίσσεια ενέργειας σε περιόδους μεγάλης ηλιοφάνειας δεν εξάγεται στο δίκτυο, με αποτέλεσμα η πλεονάζουσα ενέργεια αυτή ενέργεια να πρέπει να αποθηκεύεται.

On-grid ZEB : Αποτελούν τη συνηθέστερη μορφή κτιρίων μηδενική κατανάλωσης ενέργειας, όπου το κτήριο είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο και συνεπώς εισάγει και εξάγει ενέργεια από το δίκτυο. Μια ενδιαφέρουσα μορφή είναι μια περιοχή ή γειτονιά όπου τα κτήρια της εκμεταλλεύονται διάφορες μορφές ΑΠΕ (ηλιακή, βιομάζα, γεωθερμία, ανεμογεννήτριες). Δηλαδή, σε αυτό το συγκρότημα πρέπει όλα τα κτήρια μέλη, να έχουν μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις καθώς και όσο είναι δυνατόν οικονομικά, να παράγουν ενέργεια on-site. Επίσης στον χώρο που βρίσκονται τα κτήρια θα πρέπει να είναι δυνατή η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου, ανεμογεννητριών ή υδροηλεκτρικών σταθμών και το κόστος εγκατάστασης επιμερίζεται στα κτήρια μέλη της ZEB κοινότητας. Η πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια θα πρέπει επίσης να πωλείται στο δίκτυο ενώ αν υπάρξει έλλειψη να παρέχεται από το δίκτυο. Επειδή κάθε γεωγραφικός χώρος χαρακτηρίζεται από τις δικές του γεωγραφικές ιδιαιτερότητες θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικές μορφές ΑΠΕ.

Ένα κτήριο μηδενικής ενέργειας, παράγει επί τόπου τόση ενέργεια όση καταναλώνει, με χρήση διάφορων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά στοιχεία στη στέγη και σε άλλους προς εκμετάλλευση χώρους, ηλιακούς συλλέκτες ζεστού

νερού, μικρής κλίμακας εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας ή υδροηλεκτρικά συστήματα μικρής κλίμακας.

Ο σημαντικότερος περιορισμός του ορισμού ενός Κ.Μ.Ε. είναι ότι δεν λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές μετατροπής των διαφόρων καυσίμων σε πρωτογενή ενέργεια. Για παράδειγμα, μια μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται επί τόπου είναι περίπου ισοδύναμη με μια μονάδα ενέργειας φυσικού αερίου στην περιοχή, η ηλεκτρική ενέργεια είναι όμως περισσότερο από τρεις φορές μεγαλύτερη στην πηγή.

Ένα πλεονέκτημα της μηδενικής καθαρής ενέργειας στον τόπο του κτηρίου, αποτελεί η ευκολία επιτόπιων μετρήσεων, γεγονός που δεν είναι δυνατό για την πρωτογενή ενέργεια και για τον ορισμό των μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αφού σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται ο καθορισμός διαφορετικών παραγόντων, που σχετίζονται με την πηγή παραγωγής ενέργειας. Ο κάθε διαφορετικός ορισμός κτηρίων μηδενικής ενέργειας, επηρεάζει αντίστοιχα τον τρόπο που σχεδιάζονται τα κτήρια για την επίτευξη του ίδιου κάθε φορά στόχου. Στην τρέχουσα πρακτική, η πιο κοινή προσέγγιση για τα ZEB, είναι η χρήση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο ως πηγή, αλλά και ως μέσο αποθήκευσης, αποφεύγοντας έτσι την τοποθέτηση ηλεκτρικών συστημάτων αποθήκευσης στο κτήριο. Ο όρος «καθαρή» ενέργεια χρησιμοποιείται για κτήρια που συνδέονται στο δίκτυο, ώστε να καθοριστεί το ενεργειακό ισοζύγιο μεταξύ χρησιμοποιούμενης και προσφερόμενης ενέργειας, ενώ ο όρος «μηδενική καθαρή ενέργεια» εφαρμόζεται όταν το ισοζύγιο αυτό είναι μηδενικό.

Διάφορες καινοτόμες και ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες είναι ώριμες πλέον και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εσωτερική άνεση των κτηρίων:

- Η βελτίωση της δομής του κτηρίου, δηλαδή η βελτίωση της μόνωσης, η αύξηση της θερμικής μάζας, η χρήση υλικών κλιματισμού, η δημιουργία υλικών αλλαγής φάσης, κλπ.
- Η χρήση καινοτόμων συστημάτων σκίασης.
- Η ενσωμάτωση υψηλής απόδοσης συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, π.χ. αντλίες θερμότητας σε συνδυασμό με γεωθερμική ενέργεια ή ηλιακοί συλλέκτες, ηλιακός κλιματισμός κλπ.
- Η αποδοτική χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακά θερμικά συστήματα, υβριδικά συστήματα κλπ.)
- Η χρήση «έξυπνων» τρόπων διαχείρισης ενέργειας, όπως για παράδειγμα εξελιγμένων αισθητήρων, ελέγχου της ενέργειας (ζώνη θέρμανσης και κλιματισμού) και συστήματα παρακολούθησης.

Συνοπτικά, τα κτήρια μηδενικής ενέργειας παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα τα οποία δυσχεραίνουν την υλοποίησή τους.

Πλεονεκτήματα

Η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα υφιστάμενα κτήρια αλλά και η κατασκευή νέων με υψηλής απαιτήσης ενεργειακή απόδοση, έχει ως αποτέλεσμα:

- Τη βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού λόγω της απεξάρτησης από εισαγωγές καυσίμων.
- Τη μείωση των εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα, καθώς και άλλων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου.
- Τη βελτίωση συνθηκών άνεσης στους χώρους εργασίας και κατοικίας με άμεσο επακόλουθο να προάγεται το επίπεδο διαβίωσης μεγάλου μεριδίου ανθρώπων.
- Τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στους τομείς που προάγουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων (μελέτη, πιστοποίηση, κατασκευή, χρήση, κλπ.)

Μειονεκτήματα

Αντίθετα, εκτός της μεγάλης τεχνολογικής, ενεργειακής και κοινωνικής ωφέλειας που επισύρουν οι αλλαγές και η κατεύθυνση προς αυτό το νέο τρόπο δόμησης των ZEB, υπάρχουν και κάποιες τεχνικές-οικονομικές δυσκολίες που εμφανίζονται ως μειονεκτήματα και αφορούν τα οικονομικά μεγέθη.

- Η μεγάλη οικονομική επιβάρυνση για την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών στα κτίρια.
- Ο μεγάλος χρόνος οικονομικής απόσβεσης που μπορεί να αποτελεσει τροχοπέδη στην εφαρμογή και χρήση νέων αιεφόρων τεχνολογιών.

2.3. Γιατί πράσινο κτήριο; [3,4,5,6]

- Γιατί ο περισσότερος κόσμος περνάει το 90% του χρόνου του σε εσωτερικούς χώρους
- Γιατί έχει διαπιστωθεί, ότι οι χρήστες των πράσινων κτιρίων έχουν καλύτερη υγεία
- Για την μείωση κόστους λειτουργίας του κτηρίου
- Για την ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας
- Για την μείωση εκπομπών ρύπων
- Για την μείωση κατανάλωσης νερού
- Για την μείωση όγκου απορριμμάτων
- Γιατί τα πράσινα κτήρια έχουν καλύτερη ποιότητα αέρα και φωτισμού

2.4. Οφέλη των πράσινων κτιρίων σε σχέση με τα συμβατικά

Κόστος λειτουργίας

- Τα πράσινα κτήρια μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα λόγω μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας και νερού και μακροπρόθεσμα λόγω χαμηλότερου κόστους λειτουργίας και συντήρησης.
- Η εξοικονόμηση ενέργειας συνήθως αποσβένει το τυχόν αρχικό αυξημένο κόστος κατασκευής εντός εύλογου διαστήματος. (Πρόβλεψη αξιολόγησης μέσω life-cycle analysis)

Παραγωγικότητα και Υγεία

- Τα στοιχεία δείχνουν ότι τα πράσινα χαρακτηριστικά του κτηρίου μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα των χρηστών, την υγεία και την ευεξία.
- Επενδύοντας σε καλύτερο περιβάλλον εργασίας μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη απόδοση ενός από τα μεγαλύτερα περιουσιακά στοιχεία κάθε εταιρείας – των υπαλλήλων της.

Απόδοση επένδυσης

- Παράγοντες βιωσιμότητας μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τα έσοδα ενοικίασης και τη μελλοντική αξία της ακίνητης περιουσίας, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο την απόδοση μιας επένδυσης.

2.5. Τι σημαίνει αειφόρος ανάπτυξη

Αειφόρος ανάπτυξη

Είναι η ανάπτυξη που αντιμετωπίζει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θίγει τις δυνατότητες των μελλοντικών γενεών να αντιμετωπίσουν τις δικές τους (Brutland Report, 1987)

Τα τρία βασικά πεδία της αειφορίας

- Κοινωνικό όφελος
- Περιβαλλοντικό όφελος
- Οικονομικό όφελος

Ένα πραγματικά βιώσιμο κτήριο πρέπει να ενώνει τους τρεις τομείς της αειφορίας: Κοινωνική ευθύνη, περιβαλλοντική διαχείριση και οικονομική ευημερία.

3. Τι είναι το LEED

<<Leadership in Energy and Environment Design>>

Είναι ένα αμερικάνικο σύστημα πιστοποίησης πράσινων κτηρίων του οργανισμού U.S. Green Building Council.

Η πιστοποίηση LEED είναι παγκοσμίως αναγνωρισμένη και συγκρίνει το κάθε έργο με τα καλύτερα κτήρια στον κόσμο.

Υπάρχουν ήδη **32.350** έργα με πιστοποίηση LEED και άλλα **37.000** έργα που βρίσκονται στη διαδικασία πιστοποίησης.

Συνολικά ο κατάλογος των έργων LEED στον ιστόχωρο του USGBC περιλαμβάνει **73.850** έργα παγκοσμίως.

3.1. Διεθνή συστήματα πιστοποίησης αειφόρων κτιρίων

Το LEED ξεκίνησε το 1998 σαν σύστημα πιστοποίησης πράσινων κτιρίων των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής.

Στην πορεία εφαρμόστηκε και σε άλλες χώρες ενώ ταυτόχρονα ξεκίνησαν και άλλα συστήματα πιστοποίησης με παρόμοια κριτήρια.

Η επιτυχία του LEED απεικονίζεται στο ότι τον Οκτώβριο του 2014 περίπου **44%** όλης της πιστοποιημένης επιφάνειας των έργων με πιστοποίηση LEED βρίσκεται **εκτός των ΗΠΑ**.

Ενσωματώνοντας όλο και περισσότερες νομοθεσίες άλλων χωρών, το LEED είναι ένα σύστημα που συγκρίνει τα καλύτερα κτήρια του κόσμου.

3.2. Έργα που έχουν πιστοποιηθεί κατά LEED

- Nokia Southwood Building 3 – Farnborough – UK – gold
- Herman Miller Chippenham – Chippenham – UK – gold
- Hearst Tower – designed by Norman Forest – US – platinum
- Olympia Technology Park – Chennai – India – gold
- Comcast Center – the tallest LEED certificate Building in the US – gold
- Chicago Center for Green Technology Chicago – US – platinum
- Google office Istanbul – Turkey – gold

Μεγάλες αλυσίδες δηλώνουν ότι εφαρμόζουν την πιστοποίηση LEED σε συγκεκριμένο ποσοστό των καινούργιων έργων:

- Starbucks
- Citibank
- Mc Donalds
- Marriot Hotels
- Deutsche Bank

3.2.1. Το LEED στην Ελλάδα

- HAEF Preschool and Kindergarten
Το πρώτο έργο που επιβραβεύτηκε με την πιστοποίηση **LEED Platinum**
- National Museum of Contemporary Art
Επιβραβεύτηκε με **LEED Silver**
- AGEMAR new office complex
Στόχος πιστοποίησης **LEED Platinum**
- Stavros Niarchos Foundation Cultural Center
Στόχος πιστοποίησης **LEED Platinum**
- Karela Office Park
Το πρώτο έργο που επιβραβεύτηκε με την πιστοποίηση **LEED Gold**
- ERAN Athens Office
Το πρώτο έργο που επιβραβεύτηκε με την πιστοποίηση **LEED Silver**

3.2.2. Το LEED στην Ελληνική νομοθεσία

Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης στο Ν.Ο.Κ. Άρθρο 25

- Η καινούργια Ελληνική Νομοθεσία βραβεύει κτήρια με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και επιπλέον πράσινα στοιχεία.
- Ο καινούργιος οικοδομικός κανονισμός **Ν.Ο.Κ.** (Νόμος υπ' αριθ. 4067 Νέος Οικοδομικός Κανονισμός – ΦΕΚ 79/09.04.2012) προβλέπει αύξηση του συντελεστή δόμησης για κτήρια που πετυχαίνουν ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση και εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση, π.χ. πιστοποίηση **LEED στο χρυσό βαθμό.**

3.2.3. Διαφορετικά συστήματα πιστοποίησης το κατάλληλο για κάθε έργο

- Το σύστημα LEED αποτελείται από μια γκάμα διαφορετικών πιστοποιήσεων ώστε να προσαρμόζεται κατάλληλα στις απαιτήσεις διαφορετικών ειδών κτηρίων και των φάσεων κατασκευής ή λειτουργίας αυτών.
- Η πιστοποίηση για καινούργιες κατασκευές αφορά όλους τους τομείς της μελέτης και κατασκευής του έργου
- Ξεκινάει από την επιλογή μιας κατάλληλης θέσης για το κτήριο, αφορά στη μελέτη και την οργάνωση του εργοταξίου και δε σταματάει με την έναρξη λειτουργίας του κτηρίου.

3.2.5. Διαδικασία και βαθμοί

Το σύστημα πιστοποίησης LEED έχει τέσσερις βαθμίδες.
Certified – Silver – Gold & Platinum.

Το σύστημα LEED παρέχει προαπαιτούμενους και επιλεγμένους πόντους. Με αυτόν τον τρόπο προσαρμόζεται κατάλληλα σε όλη την γκάμα των διαφορετικών κατασκευών και μπορεί να εφαρμόζεται σε όλον τον κόσμο.

Υπάρχουν πόντοι που έχουν εφαρμογή στη φάση του σχεδιασμού – Design credits και άλλοι που έχουν εφαρμογή στο εργοτάξιο – Construction credits.

Ένα κτήριο πρέπει να πληροί όλες τις απαιτήσεις των προαπαιτούμενων πόντων και πρόσθετα αρκετές απαιτήσεις των επιλεγμένων πόντων, ώστε να φτάσει στο βαθμό που στοχεύει.

Η πιστοποίηση (V2009) έχει 5 σημαντικούς τομείς και 2 bonus

- **Sustainable Sites (SS)**
 - Χωροθέτηση έργου
- **Water Efficiency (WE)**
 - Εξοικονόμηση κατανάλωσης νερού
- **Energy and Atmosphere (EA)**
 - ενέργεια και περιβάλλον
- **Materials and Resources (MR)**
 - Υλικά κατασκευής και ανακύκλωση
- **Indoor Environmental Quality (EQ)**
 - Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος
- **Innovation in Design (ID)**
 - Σχεδιαστικές καινοτομίες
- **Regional Priority (RP)**
 - Τοπικές προτεραιότητες

3.3. Υπολογισμός του αριθμού των χρηστών του κτηρίου

Default occupancy calculation for Core & Shell buildings

Σε κάποιες από τις απαιτήσεις της πιστοποίησης LEED είναι υποχρεωτικό να υπολογιστεί ο αριθμός των ατόμων, που θα βρίσκονται στο κτήριο επί καθημερινή βάση.

Οι ειδικές απαιτήσεις ενός κτηρίου, για το οποίο δεν έχει καθοριστεί ο τελικός χρήστης, λαμβάνονται υπόψη στο σύστημα LEED Core & Shell Development.

Για τους υπολογισμούς του LEED στα κτήρια γραφείων υπάρχει η εξής προδιαγραφή:

Ανά 250 τετραγωνικά πόδια δηλαδή ανά 23.226 τετραγωνικά μέτρα γραφείων (μικτή επιφάνεια) υπολογίζεται ένας υπάλληλος.

General office gross square feet 250 per occupant employees, 0 transients.

Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό των απαιτήσεων των εξής credits:

- SS Credit 4.2 : Alternative Transportation, Bicycle Storage and Changing Rooms
- SS Credit 4.4 : Alternative Transportation – Parking Capacity
- WE Prerequisite 1 : Water Use Reduction
- WE Credit 2 : Innovative Wastewater Technologies
- WE Credit 3 : Water Use Reduction
- EA Prerequisite 2 : Minimum Energy Performance
- EA Credit 1 : Optimized Energy Performance
- IEQ Prerequisite 1 : Minimum Indoor Air Quality Performance
- IEQ Credit 1 : Outdoor Air Delivery Monitoring
- IEQ Credit 2 : Increase Ventilation
- IEQ Credit 6 : Controllability of Systems – Thermal Comfort
- IEQ Credit 7 : Thermal Comfort Design
- IEQ Credit 8 : Daylight and Views

3.4. Προ-απαιτούμενα

Τα προ-απαιτούμενα είναι ο τρόπος με τον οποίον το USGBC εξασφαλίζει τη μια ελάχιστη ποιότητα όλων των κτηρίων με πιστοποίηση LEED.

Στην κάθε βασική κατηγορία υπάρχουν ενέργειες οι οποίες είναι προ-απαιτούμενες για την επίτευξη της πιστοποίησης.

Τα προ-απαιτούμενα είναι υποχρεωτικές ενέργειες οι οποίες δε φέρουν πρόσθετους πόντους στο έργο.

Εάν ένα έργο δεν πληροί έστω και μια από τις προαπαιτούμενες ενέργειες δεν επιτυγχάνει την πιστοποίηση ανεξάρτητα πόσους πόντους έχει συγκεντρώσει στις επιλέξιμες ενέργειες.

- SSp1 Construction Activity Pollution Prevention
- WEp1 Water Use Reduction – 20% Reduction
- EAp1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems
- EAp2 Minimum Energy Performance
- EAp3 Fundamental Refrigerant Management
- MRp1 Storage and Collection of Recyclables
- IEQp1 Minimum Indoor Quality Performance
- IEQp2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control

3.4.1. Γενικές πληροφορίες για το έργο

Project Information Forms

- PIf1 – Minimum Program Requirements
- PIf2 – Project Summary Details
- PIf3 – Occupant and Usage Data
- PIf4 – Schedule and Overview Documents
- PIf5 – Building System Control

Οι γενικές πληροφορίες του έργου συγκεντρώνονται σε ένα σημείο από το οποίο υπάρχουν αναφορές σε πολλά credits.

Στις φόρμες αυτές εισάγονται τα γενικά σχέδια του κτηρίου, γενικές περιγραφές των μελετών, γενικό χρονοδιάγραμμα, πληροφορίες σχετικά με χρήσεις και επιφάνειες χώρων, αριθμός των χρηστών κτλ.

3.4.2. SSp1 Construction Activity Prevention

Αποφυγή μολύνσεων του περιβάλλοντος από κατασκευαστικές εργασίες

- **Στόχος**

Αποφυγή των τυχόν μολύνσεων του περιβάλλοντος από κατασκευαστικές εργασίες μέσω αξιολόγησης των κινδύνων, καθορισμός κατάλληλων μέτρων και τακτικών ελέγχων όλων των μέτρων.

- **Εφαρμογή**

Εφαρμογή ενός σχεδίου Erosion and Sediment Control που επιβεβαιώνεται με τακτικές επιθεωρήσεις, σύμφωνα με την Γενική Άδεια Περί κτηριοδομών των Ενωμένων Πολιτειών (EPA Construction General Permit). Το σχέδιο πρέπει να προτείνει μέτρα για την πρόληψη της απώλειας του εδάφους από την απορροή ομβρίων ή / και αιολική διάβρωση, την πρόληψη της καθίζησης εντός των αγωγών της αποχέτευσης ομβρίων και την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα από τη σκόνη.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc5.1, SSc5.2, SSc6.1, SSc6.2
- **Υπεύθυνος :** Γενικός Εργολάβος
- **Φάση :** Κατασκευή
- **Έλεγχος :** Construction Review

3.4.3. SSc1 Site Selection

Επιλογή του οικοπέδου

- **Στόχος**

Επιλογή του οικοπέδου με κριτήριο τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

- **Εφαρμογή**

Αποφυγή ευαίσθητων περιοχών, όπως περιοχές κοντά σε υδροτόπους, περιοχές με κίνδυνο πλημμύρας, περιοχές που παρέχουν βίοτοπο σε προστατευόμενα είδη, περιοχές σε πάρκα και περιοχές με γη κατάλληλη για αγροτική χρήση.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc2, SSc3, SSc4.1, SSc5.1, SSc5.2, SSc6.1, SSc6.2
- **Υπεύθυνος :** Περιβαλλοντολόγος
- **Φάση :** Επιλογή του οικοπέδου
- **Έλεγχος :** Design Review

3.4.4. SSc2 Development Density and Community Connectivity

Πυκνότητα της ανάπτυξης και σύνδεση με την κοινότητα

- **Στόχος**

Επιλογή του οικοπέδου για την ανάπτυξη ακινήτων εντός του αστικού ιστού με υπάρχουσες υποδομές και προστασία των φυσικών πόρων.

- **Εφαρμογή**

Επιλογή οικοπέδου με προηγούμενη χρήση. Σχεδιασμός του έργου με αυξημένη πυκνότητα σε πυκνή περιοχή κοντά σε κατοικημένες περιοχές και κοντά σε μια γκάμα χρήσεων που διευκολύνουν την καθημερινότητα των χρηστών και μειώνουν τις απαιτούμενες μετακινήσεις τους.

Οι χρήσεις θα πρέπει να βρίσκονται εντός ½ μιλίου. Συμμετέχουν οι εξής χρήσεις: Τράπεζα, Εκκλησία, Μανάβικο, Παιδικός Σταθμός, Καθαριστήριο, Πυροσβεστική, Κομμωτήριο, Κατάστημα υλικών, Βιβλιοθήκη, Ιατρείο, Σταθμός Φροντίδας Ηλικιωμένων, Πάρκο, Φαρμακείο, Ταχυδρομείο, Εστιατόριο, Σχολείο, Supermarket, Θέατρο, Γυμναστήριο, Κοινοτικό Κέντρο.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc1, SSc4.1

- **Υπεύθυνος :** LEED consultant, ιδιοκτήτης
- **Φάση :** Επιλογή του οικοπέδου
- **Έλεγχος :** Design Review

3.4.5. Alternative Transportation

Εναλλακτικά μέσα μεταφοράς

- **Στόχος**

Μείωση των επιπτώσεων από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων, κατά όλη τη διάρκεια ζωής του κτηρίου.

Εξετάζονται και οι άμεσες επιπτώσεις, όπως εκπομπές ρύπων αλλά και οι έμμεσες επιπτώσεις όπως ο απαιτούμενος χώρος και οι υποδομές για την κυκλοφορία των οχημάτων. Επιβραβεύονται τα μέσα μαζικής μεταφοράς, τα οχήματα χαμηλών εκπομπών αλλά και ενέργειες οι οποίες μπορούν να συμμετέχουν στη μείωση της κυκλοφορίας αυτοκινήτων με μόνο έναν επιβάτη, όπως το carsharing.

3.4.6. SSc4.1 Public Transportation Access

Πρόσβαση σε μέσα μαζικής μεταφοράς

- **Εφαρμογή**

Τοποθέτηση του έργου κοντά σε σταθμούς μέσων μαζικής μεταφοράς, ώστε η απόσταση με τα πόδια να μην υπερβαίνει τα 400 μέτρα σε στάση λεωφορείου ή τα 800 μέτρα σε στάση μετρό, τραίνου ή πλοίου.

Η απόσταση μετριέται από μια κύρια είσοδο του κτηρίου μέχρι την αντίστοιχη στάση. Περαιτέρω συμμετέχει και η συχνότητα και οι τυχόν διαφορετικές γραμμές των συρμών.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc1, SSc2
- **Υπεύθυνος :** Ιδιοκτήτης
- **Φάση :** Επιλογή του οικοπέδου / Μελέτη περιβάλλοντος χώρου
- **Έλεγχος :** Design Review

3.4.7. SSc4.2 Bicycle storage and changing rooms

Θέσεις στάθμευσης για ποδήλατα και αποδυτήρια

- **Στόχος**

Κάνοντας ποδήλατο ωφελείται το περιβάλλον, λόγω μείωσης εκπομπών ρύπων και ταυτόχρονα, όπως κάθε είδος άθλησης προσφέρει όφελος στην ανθρώπινη υγεία.

- **Εφαρμογή**

Παροχή **ασφαλών θέσεων στάθμευσης** για **ποδήλατα** κοντά στην κεντρική είσοδο του κτηρίου και αποδυτήρια με ντους. Η μέγιστη απόσταση από την είσοδο του κτηρίου είναι 200 Yards = 182.88 μέτρα.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc6, SSc7.1
- **Υπεύθυνος :** Αρχιτέκτονας

- **Φάση :** Ενσωμάτωση των χώρων από τη μελέτη αδείας
- **Έλεγχος :** Design Review

3.4.8. SSc4.3 Low emitting and fuel efficient vehicles

Παροχή κινήτρου για τη χρήση αυτοκινήτων χαμηλών εκπομπών ρύπων

- **Στόχος**

Ηλεκτρικά ή υβριδικά οχήματα ή οχήματα υγραερίου έχουν σημαντικά λιγότερες εκπομπές ρύπων. Με την προτίμηση τέτοιου είδους εναλλακτικών τεχνολογιών μπορεί να μειωθεί η ατμοσφαιρική μόλυνση και το νέφος.

- **Εφαρμογή**

Παροχή ειδικών θέσεων στάθμευσης ή σταθμών τροφοδοσίας για οχήματα που χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές καυσίμων ή ενέργειας.

Εναλλακτικά μπορεί να εφαρμόζεται η παροχή ειδικών θέσεων στάθμευσης για αυτοκίνητα χαμηλών εκπομπών (Low-emitting vehicles) κοντά στις κεντρικές εισόδους του κτηρίου.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc4.4
- **Υπεύθυνος :** Αρχιτέκτονας / Μηχανολόγος
- **Φάση :** Μελέτη εφαρμογής
- **Έλεγχος :** Design Review

3.4.9. SSc4.4 Parking Capacity

Χωρητικότητα του χώρου στάθμευσης

- **Εφαρμογή**

Η παροχή περιορισμένων θέσεων στάθμευσης για οχήματα ενθαρρύνει τη χρήση εναλλακτικών μέτρων μεταφοράς ή τη χρήση αυτοκινήτων από περισσότερα του ενός άτομου.

Επιβραβεύεται η παροχή των ελάχιστων επιτρεπτών θέσεων στάθμευσης που προβλέπει η νομοθεσία ή η αποφυγή δημιουργίας καινούργιων θέσεων στάθμευσης, εφόσον είναι εφικτό.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc5.1, SSc5.2, SSc6, SSc7.1
- **Υπεύθυνος :** Ιδιοκτήτης / Αρχιτέκτονας
- **Φάση :** Αρχική μελέτη / OPR
- **Έλεγχος :** Design Review

3.5. Site Development

Ανάπτυξη οικοπέδου

- **Στόχος**

Παροχή οικοτόπων και αύξηση της βιοποικιλότητας.

Παροχή ελεύθερων χώρων εντός των ορίων του έργου που θα είναι διαμορφωμένα με φυτά και υλικά της περιοχής, ώστε να παρέχουν φυσικό περιβάλλον για την τοπική χλωρίδα και πανίδα.

Εφόσον υπάρχει ήδη στο οικόπεδο επιβραβεύεται η διατήρηση της φύσης σε όλες τις φάσεις της κατασκευής.

3.5.1. SSc5.1 Protect or restore habitat

Προστασία ή αποκατάσταση βιότοπων

- **Στόχος**

Προστασία της φύσης και διατήρηση της βιοποικιλότητας μέσω παροχής φυτεμένων επιφανειών οι οποίες επιτρέπουν την ανάπτυξη τοπικών ειδών χλωρίδας και πανίδας.

- **Εφαρμογή**

Παροχή φυτεμένων περιοχών με φυτά της Μεσογείου σε συνολική επιφάνεια που ανέρχεται είτε σε **20% του συνολικού εμβαδού** του οικοπέδου ή στο **50% του αφαιρώντας την επιφάνεια του κτηρίου** (όποιο από τα δύο είναι η μεγαλύτερη επιφάνεια).

Οι φυτεμένες περιοχές θα πρέπει να βρίσκονται κατά προτίμηση στο επίπεδο του ισογείου αλλά υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις μπορούν να συμμετέχουν και φυτεμένα δώματα.

- **Συναφείς ενέργειες** : SSc5.2, SSc6.1, SSc6.2, SSc7.1, SSc7.2, WEc1
- **Υπεύθυνος** : Αρχιτέκτονας κήπου / Αρχιτέκτονας
- **Φάση** : Μελέτη αδειας, μελέτη εφαρμογής (κατασκευή κυρίως για την περίπτωση διατήρησης υφιστάμενων φυτεμένων επιφανειών)
- **Έλεγχος** : Construction Review

3.5.2. SSc5.2 Maximize open space

Πρόβλεψη ακάλυπτων χώρων

- **Στόχος**

Η μείωση του περιγράμματος του κτηρίου και η διάθεση φυτεμένων επιφανειών βελτιώνουν την βιοποικιλότητα και συμβάλλουν σε βελτιωμένες συνθήκες ζωής.

- **Εφαρμογή**

Παροχή μεγάλου χώρου πρασίνου, τουλάχιστον 25% πρόσθετα στις απαιτήσεις της σχετικής νομοθεσίας.

Σε περίπτωση που επιτυγχάνεται το credit SSc2 Development Density and Community Connectivity επιτρέπεται να συνυπολογιστεί στην απαιτούμενη επιφάνεια το εμβαδόν των φυτεμένων δωματίων και των ακάλυπτων επιφανειών που προσδιορίζονται για

χρήση από πεζούς. Σε αυτή την περίπτωση η συνολική φυτεμένη επιφάνεια θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το 25% της απαιτούμενης ακάλυπτης επιφάνειας.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc6.1, SSc6.2, SSc7.1, SSc7.2
- **Υπεύθυνος :** Αρχιτέκτονας κήπου / Αρχιτέκτονας
- **Φάση :** Μελέτη αδείας
- **Έλεγχος :** Design Review

3.6. Storm water Design

Διαχείριση όμβριων

- **Στόχος**
Η ελαχιστοποίηση των όμβριων υδάτων που φεύγουν από το οικόπεδο προς αποχέτευση και η μείωση της μόλυνσης των όμβριων με χημικές ουσίες και μικροσωματίδια.

3.6.1. SSc6.1 Quantity control

Έλεγχος της ποσότητας

- **Στόχος**
Συγκράτηση των όμβριων εντός των ορίων του οικοπέδου και απορρόφηση από το έδαφος προς διήθηση ή επανάχρηση.

- **Εφαρμογή**
Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου με κριτήριο την αποφυγή σφραγισμένων επιφανειών, επιλογή υλικών που υποστηρίζουν την φυσική απορρόφηση των ομβρίων υδάτων στο έδαφος (π.χ. κυβόλιθοι παρά ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια) και μείωση του όγκου των όμβριων μέσω συλλογής σε δεξαμενή.

Επιλογή επιφανειών που συλλέγουν τα όμβρια της βροχής ή χώρων πρασίνου που υποστηρίζουν τη διείσδυση στο έδαφος και δεν οδηγούν τα όμβρια στην αποχέτευση.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc6.2 SSc5.1, SSc5.2, SSc7.1, SSc7.2, WEc1, WEc3, SSc2
- **Υπεύθυνος :** Μηχανολόγος / Αρχιτέκτονας κήπου
- **Φάση :** Μελέτη εφαρμογής
- **Έλεγχος :** Design Review

3.6.2. SSc6.2 Quality control

Έλεγχος ποιότητας

- **Στόχος**

Μείωση της μόλυνσης των φυσικών υδάτων μέσω διαχείρισης των όμβριων.

- **Εφαρμογή**

Επιλογή μέτρων που καθυστερούν την ταχύτητα των όμβριων ειδικά σε περίπτωση δυνατής βροχόπτωσης για την βελτίωση της ποιότητας των όμβριων υδάτων, μέσω φύτευσης, πράσινης οροφής και συλλογής στη δεξαμενή όμβριων. Τα μέτρα θα πρέπει να είναι κατάλληλα για τη συγκράτηση τουλάχιστον 90% της υπολογισμένης βροχόπτωσης και να αφαιρούν τουλάχιστον 80% των αιωρούμενων μικροσωματίδιων (total suspended solids). Μπορούν να επιλεγθούν φυσικά και τεχνητά μέτρα και ένας συνδυασμός των δύο. Προτείνεται ο σχεδιασμός φυτεμένων επιφανειών που σε περίπτωση δυνατής βροχής «πλημμυρίζουν» (rain gardens), συλλογή των όμβριων σε δεξαμενή όμβριων και επιλογή κατάλληλων φίλτρων στα φρεάτια.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc6.1, SSc5.1, SSc5.2, SSc7.1, SSc7.2, WEc1
- **Υπεύθυνος :** Μηχανολόγος / Αρχιτέκτονας κήπου
- **Φάση :** Μελέτη εφαρμογής
- **Έλεγχος :** Design Review

3.7. Heat Island Effect

Αποφυγή του φαινομένου της θερμικής νησίδας

- **Στόχος**

Μείωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο μικροκλίμα καθώς και στον βίοτοπο των ανθρώπων.

3.7.1. SSc7.1 Nonroof

Επιφάνειες στον περιβάλλοντα χώρο και θέσεις στάθμευσης

- **Εφαρμογή**

Μέσω μείωσης των υπαίθριων χώρων στάθμευσης και δημιουργίας επιφανειών που δεν μετατρέπουν τις ακτίνες του ηλίου σε θερμότητα (ανοιχτόχρωμα υλικά με σχετικά μεγάλο συντελεστή αντανάκλασης).

Δημιουργία σκιασμένων ή υπόγειων χώρων στάθμευσης και διελεύσεων προς το κτήριο.

Για τη σκίαση χρησιμοποιούνται ανοιχτόχρωμα υλικά, κατασκευές που στεγάζουν φωτοβολταϊκά ή δέντρα.

Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιφάνειες οδοστρώματος με διάτρητους κυβόλιθους που επιτρέπουν την ανάπτυξη φυτών στα διάκενα.

Το αποτέλεσμα θα είναι μικρότερες διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας, οι οποίες συμμετέχουν στη μείωση του φορτίο ψύξης, ωφελούν το φυσικό αερισμό και τη θερμική άνεση των χρηστών.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc5.2, SSc6.1, SSc6.2, WEc1
- **Υπεύθυνος :** Αρχιτέκτονας
- **Φάση :** Μελέτη αδείας, Μελέτη εφαρμογής
- **Έλεγχος :** Construction Review

3.7.2. SSc7.2 Roof

Σχετίζεται με την επιφάνεια δώματος

- **Πρόσθετος στόχος**
Μείωση του ψυκτικού φορτίου

- **Εφαρμογή**
Σχεδιασμός των επιφανειών του δώματος σε συνδυασμό χρήσης φύτευσης και υλικών με μεγάλη αντανάκλαστικότητα και ανοιχτών χρωμάτων (Cool roof).

Επιφάνειες με ανοιχτά χρώματα έχουν υψηλό συντελεστή ανάκλασης Solar Reflective Index (SRI) σε αντίθεση με σκούρες, π.χ. η ασφαλτος έχει 0 και το λευκό ακρυλικό χρώμα έχει 100.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc5.1, SSc5.2, SSc6.1, SSc6.2, WEc1
- **Υπεύθυνος :** Αρχιτέκτονας / Αρχιτέκτονας κήπου / Πολιτικός μηχανικός
- **Φάση :** Μελέτη αδείας, Μελέτη εφαρμογής
- **Έλεγχος :** Design Review

3.8. SSc8 Light pollution reduction

Μείωση της φωτορύπανσης

- **Στόχος**
Μείωση της φωτορύπανσης και των επιπτώσεων της στον άνθρωπο, στο περιβάλλον, στην πανίδα και στη χλωρίδα.

Καλύτερη ορατότητα τις νυχτερινές ώρες και πρόσθετη ασφάλεια.

Ο υπερβολικός αλλά και ο λανθασμένος φωτισμός αποτελούν σπατάλη ενέργειας, ξοδεύεται ενέργεια για φωτισμό χώρων όπου δεν είναι απαραίτητος.

- **Εφαρμογή**
Μείωση της έντασης του εσωτερικού φωτισμού, ο οποίος είναι άμεσα ορατός από έξω τις νυχτερινές ώρες.

Μελέτη φωτισμού για σωστή επιλογή φωτιστικών που δεν φέγγουν προς τα πάνω και τοποθέτηση των φωτιστικών σε επαρκή απόσταση από τα όρια του οικοπέδου. Επιλογή κατάλληλης έντασης φωτιστικών για την ασφάλεια εντός του οικοπέδου με ταυτόχρονη αποφυγή υπερβολικής έντασης του φωτός.

- **Συναφείς ενέργειες :** EAc1, EQ6.1
- **Υπεύθυνος :** Μηχανολόγος / Μελετητής φωτισμού
- **Φάση :** Μελέτη αδείας, Μελέτη εφαρμογής
- **Έλεγχος :** Design Review

3.9. Εξοικονόμηση νερού



3.9.1. WEp1/c3 Μείωση της κατανάλωσης ποσίου νερού

- **Στόχος**

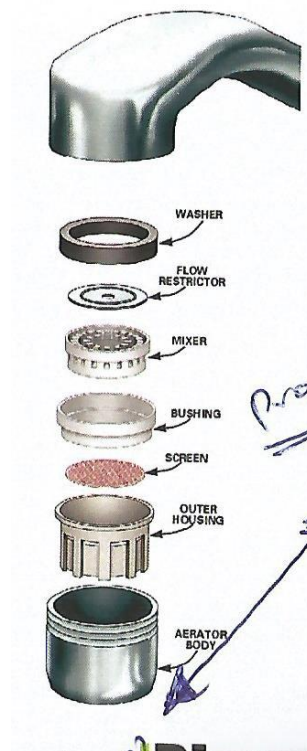
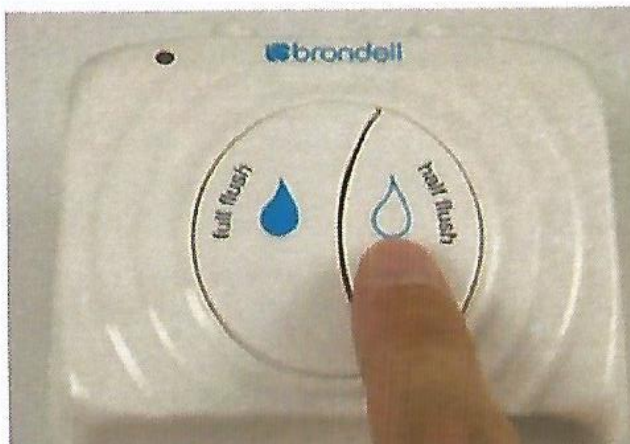
Η αύξηση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων κατανάλωσης ποσίου νερού στα κτήρια για την μείωση του φορτίου των δημόσιων συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης.

- **Εφαρμογή**

Δεξαμενή για την συλλογή των όμβριων υδάτων και επανάχρηση νερού όμβριων στα δοχεία πλήσεως.

Επιλογή ειδών κρουνοποιίας και δοχείων πλήσεως με εξοικονόμηση

Υπολογισμός της θεωρητικής κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς και της προτεινόμενης μελέτης και επίτευξη μείωσης της τάξης 20% για το προαπαιτούμενο, 30%, 35%, η 40% για το credit WEc3.



3.9.2. WEc1 Μείωση της κατανάλωσης πόσιμου νερού για πότισμα

- **Στόχος**

Μείωση της κατανάλωσης του πόσιμου νερού για πότισμα.

- **Εφαρμογή**

Σωστή επιλογή για φύτευση (φυτά από την Μεσόγειο που δεν απαιτούν μεγάλη ποσότητα νερού)

Χρήση εναλλακτικών (μη πόσιμων) πηγών νερού για το πότισμα, π.χ. νερό της βροχής.

Εφαρμογή ειδικών τεχνικών ποτίσματος με υψηλή απόδοση (προτίμηση των συστημάτων drip σε σχέση με τα sprinkler επειδή εξατμίζεται λιγότερο νερό)

Έλεγχος της ποσότητας ποτίσματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κάθε είδους φυτών, σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες (π.χ. βροχόπτωσης) και την κατάλληλη ώρα της ημέρας.



3.9.3. WEc2 Τεχνολογίες επεξεργασίας ακαθάρτων

- **Στόχος**

Μείωση του όγκου των αποβλήτων που δημιουργούνται και μείωση της ζήτησης πόσιμου νερού. Ταυτόχρονη αύξηση του ποσού επαναφόρτισης του τοπικού υδροφόρου ορίζοντα.

- **Εφαρμογή**

Μείωση της κατανάλωσης νερού στα δοχεία πλήσεως (WC και ουρητήρια) σε σχέση με το κτήριο αναφοράς.

Χρήση μη πόσιμων υδάτων για τα δοχεία πλήσεως, πχ συλλογή ομβρίων ή συμπυκνώματα από το σύστημα κλιματισμού, ή επεξεργασίας του gray-water

3.10. Energy and Atmosphere

3.10.1. EAp1 Λειτουργική παραλαβή των συστημάτων

- **Στόχος**

Η επιβεβαίωση ότι όλα τα συστήματα του κτηρίου που καταναλώνουν ενέργεια έχουν κατασκευαστεί, ρυθμιστεί και λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη, τις βασικές αρχές σχεδιασμού και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

- **Εφαρμογή**

Ο έλεγχος πραγματοποιείται στα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, κλιματισμού, στους αυτοματισμούς BMS (Building Management System), στα

συστήματα ελέγχου και τεχνητού φωτισμού, στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Συναφείς Ενέργειες : SSc8, WEc1, WEc3, EAc1, EAc2, EAc5, EQp1, EQCc1, EQc2, EQc5, EQc6, EQc7.

3.10.2. EAp2 Minimum energy performance **Ελάχιστη ενεργειακή απόδοση**

▪ **Στόχος**

Η επίτευξη μιας αύξησης των επιπέδων της ενεργειακής απόδοσης και η μείωση περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την υπερβολική κατανάλωση ενέργειας.

• **Εφαρμογή**

Ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης για την πιστοποίηση LEED πραγματοποιείται μέσω λεπτομερούς ενεργειακού μοντέλου του κτηρίου σε σύγκριση με ένα κτήριο αναφοράς βάσει του προτύπου της ASHRAE 90.1.2007. Πρόσθετα, στον αντίστοιχο υπολογισμό του KENAK εξετάζονται στο μοντέλο για το LEED: ο σωστός προσανατολισμός, το ποσό των θερμικών απωλειών λόγω αυξημένου ποσοστού υαλοπινάκων (σε περίπτωση άνω του 40%), όπως επίσης όλες οι καταναλώσεις του κτηρίου και του εξοπλισμού του, λαμβάνονται υπόψη π.χ. φωτισμός των υπογείων, κατανάλωση ανελκυστήρων και υπολογιστών κτλ.

Υποχρεωτική προϋπόθεση της πιστοποίησης είναι η επίτευξη μείωσης του κόστους ενέργειας κατά 10% σε σχέση με το κτήριο αναφοράς.

- **Συναφείς ενέργειες :** SSc7.2, SSc8, EAc2, EAc6

3.10.3. EAp3 Fundamental refrigerant management **Διαχείριση των μέσων ψύξης**

▪ **Στόχος**

Μείωση της καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος.

• **Εφαρμογή**

Αποφυγή της επιλογής συστημάτων που εμπεριέχουν χλωροφθοράνθρακες (CFCs). Μείωση της τυχόν εκπομπής ψυκτικού μέσου εξασφαλίζοντας την ελαχιστοποίηση διαρροής.

- **Συναφείς ενέργειες :** EAc4

3.10.4. EAc2 On-site renewable energy **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

▪ **Στόχος**

Η αύξηση των τοπικών, αυταρκών συστημάτων που παράγουν ενέργεια μέσω ανανεώσιμων πηγών και η μείωση των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων, που σχετίζονται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας.

- **Εφαρμογή**

Συστήματα που υπολογίζονται σαν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βάσει LEED περιλαμβάνουν:

Φωτοβολταϊκά συστήματα, ανεμογεννήτριες, ηλιακοί θερμοσίφωνες, συστήματα που χρησιμοποιούν βιολογικά καύσιμα, γεωθερμικά συστήματα, συστήματα που δημιουργούν ρεύμα από κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια, μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

Η επίπτωση του συστήματος υπολογίζεται σε ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου, όπως υπολογίζεται σε ενεργειακό μοντέλο.

- **Συναφείς ενέργειες :** EAp1, EAp2, EAc1, EAc5, EAc6

3.10.5. EAc4 Enhanced refrigerant management

Διαχείριση των μέσων ψύξης

- **Στόχος**

Μείωση της καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος και μείωση στο φαινόμενο της παγκόσμιας θέρμανσης.

- **Εφαρμογή**

Τα περισσότερα ψυκτικά μέσα συμμετέχουν είτε στην καταστροφή του στρώματος του όζοντος (Ozone Depletion Potential) είτε στο φαινόμενο της παγκόσμιας θέρμανσης και της κλιματικής αλλαγής (Global Warming Potential).

Η επιλογή ψυκτικών μέσων που ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και η σωστή επιλογή της τεχνολογίας, για την αποδοτική εφαρμογή τους, προστατεύουν το περιβάλλον του μέλλοντος και συμμετέχουν στην αποφυγή των έντονων καιρικών φαινομένων, που σχετίζονται με τα παραπάνω.

Εκτός από την επιλογή των ψυκτικών μέσων και των συστημάτων κατάσβεσης υπολογίζεται και η αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας.(cooling capacity, leakage)

3.10.6. EAc5.1 Measurement and verification – base building

Μέτρηση και επιβεβαίωση – βασικό κτήριο

- **Στόχος**

Η μέριμνα για τον συνεχή έλεγχο της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου σε βάθος χρόνου.

- **Εφαρμογή**

Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός σχεδίου μέτρησης και επαλήθευσης (M & V) σύμφωνα με την προδιαγραφή. Πρόβλεψη σημείων μέτρησης και καταγραφή κατά το πρώτο έτος λειτουργίας του κτηρίου. Ενσωμάτωση των πραγματικών δεδομένων λειτουργίας στο ενεργειακό μοντέλο του κτηρίου και σύγκριση της υπολογιζόμενης με την πραγματική

κατανάλωση ενέργειας προς έλεγχο της αποτελεσματικότητας των μέτρων εξοικονόμησης.

Εναλλακτικά ή πρόσθετα μπορεί να επιτραπεί στο USGBC η απευθείας πρόσβαση σε δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου από τον πάροχο.

3.10.7. EAc5.2 Measurement and verification – tenant submetering

Μέτρηση και επιβεβαίωση – εγκατάσταση ενδιάμεσων μετρητών

- **Στόχος**
Παροχή των υποδομών που θα επιτρέπουν στους ενοικιαστές την εγκατάσταση ενδιάμεσων μετρητών για την παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης του χώρου.
- **Εφαρμογή**
Η πρόβλεψη θα πρέπει να είναι κατάλληλη ώστε να επιτρέπει την απόκτηση EA credit 3, Energy Use τις πιστοποίησης LEED for Commercial Interiors στον μελλοντικό χρήστη.
Για τις απαιτήσεις του credit απαιτείται μόνο η ενδιάμεση μέτρηση ρεύματος.
- **Συναφείς ενέργειες : EAp2, EAc1, EAc2, EAp1, EAc3**

3.10.8. EAc6 Green Power

Αγορά ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές

- **Στόχος**
Η ανάπτυξη και χρήση των τεχνολογιών παραγωγής ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με μηδενική ρύπανση.
- **Εφαρμογή**
Συμφωνία για παροχή ρεύματος από ΑΠΕ που καλύπτει κατά ελάχιστον το ποσοστό των 35% της υπολογιζόμενης κατανάλωσης ρεύματος για τουλάχιστον 2 χρόνια.

Η πηγή ρεύματος θα πρέπει να είναι ανεξάρτητα πιστοποιημένη.

3.11. Materials and Resources (Υλικά και πηγές)

3.11.1. MRp1 Storage and Collection of Recyclables

Πρόβλεψη χώρων και διαδικασιών ανακύκλωσης

- **Στόχος**
Μείωση του ποσού των απορριμμάτων που δημιουργούνται από τους χρήστες και θα καταλήξουν σε χωματερές.
- **Εφαρμογή**
Πρόβλεψη κεντρικού χώρου για την συλλογή ανακυκλώσιμων απορριμμάτων.
Πρόβλεψη κατ' ελάχιστον ανακύκλωσης για τα εξής υλικά:
 - Χαρτί
 - Χαρτόνι
 - Αλουμίνιο
 - Πλαστικό

- Γυαλί

Το μέγεθος αντιστοιχεί στις ανάγκες και το μέγεθος του κτηρίου (περίπου 17m² στην προκειμένη περίπτωση).

Συνιστάται η πρόβλεψη πρόσθετου εξωτερικού χώρου για αποθήκευση απορριμμάτων κήπου για τη δημιουργία κοπροχώματος φυτικής προέλευσης.

3.11.2. MRc2 Construction Waste Management

Διαχωρισμός εργοταξιακών απορριμμάτων για ανακύκλωση

- **Στόχος**

Μείωση των απορριμμάτων που προέρχονται από κατασκευαστικές εργασίες.

- **Εφαρμογή**

Εφαρμογή ενός προγράμματος για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.

Για την επίτευξη πόντων απαιτείται κατά ελάχιστον να ανακυκλώνεται ή να διατίθεται για άλλη χρήση το ποσοστό του 50% έως 75% των απορριμμάτων της κατασκευής. Στον υπολογισμό δε συμμετέχουν τα φυτά και τα προϊόντα εκσκαφής.

Κατά όλες τις φάσεις της κατασκευής θα πρέπει να παρακολουθείται ειδικό σχέδιο διαχείρισης απορριμμάτων (Waste management plan) και θα πρέπει να υπάρχει συνεργασία με πιστοποιημένο σύστημα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης.

Σε μηνιαία βάση συγκεντρώνονται αποδείξεις που επιβεβαιώνουν το ποσό των συνολικών απορριμμάτων που απομακρύνθηκαν από το εργοτάξιο και ανάλυση των υλικών που διατίθενται για επαναχρησιμοποίηση ή στην αξιοποίηση συμπεριλαμβανόμενης της ανακύκλωσης.

3.11.3. MRc3 Materials Reuse

Επαναχρησιμοποίηση υλικών

- **Στόχος**

Επαναχρησιμοποίηση υλικών και μείωση της ζήτησης για καινούργια υλικά και μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την κατασκευή αγαθών.

- **Εφαρμογή**

Αξιοποίηση, επιδιόρθωση, επαναχρησιμοποίηση υλικών σε ποσοστό 5% ή 10% του συνολικού κόστους του έργου.

- **Συναφείς ενέργειες :** MRc1, MRc2, MRc4, MRc5, MRc6

3.11.4. MRc4 Recycled Content

Ανακυκλωμένο Περιεχόμενο

- **Στόχος**

Αύξηση της ζήτησης κατασκευαστικών προϊόντων που εμπεριέχουν υλικά με ανακυκλωμένο περιεχόμενο ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις των διαδικασιών εξόρυξης και επεξεργασίας παρθένου υλικού.

- **Εφαρμογή**

Επιλογή υλικών με περιεχόμενο που σε κάποιο ποσοστό προέρχεται από **διαδικασία ανακύκλωσης**.

Παραδείγματα υλικών που συνήθως εμπεριέχουν ανακυκλωμένο περιεχόμενο είναι τα εξής:

Χάλυβας, υλικά μονώσεων, μεμβράνες, υλικά σφράγισης, στόκος, επικαλύψεις δαπέδων, προϊόντα από κομμάτια ξυλείας (MDF κτλ).

3.11.5. MRc5 Regional materials

Υλικά της περιοχής

- **Στόχος**

Αύξηση της ζήτησης για οικοδομικά υλικά τα οποία προέρχονται και κατασκευάζονται στην περιοχή, υποστηρίζοντας την χρήση εγχώριων πόρων και μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την μεταφορά προϊόντων.

- **Εφαρμογή**

Επιλογή προϊόντων που προέρχονται από κοντινές περιοχές, δηλαδή που θα έχουν εξορυχθεί, συλλεχθεί ή να έχουν ανακτηθεί και κατασκευαστεί εντός ακτίνας 500 μιλίων (800 χιλιομέτρων) από το εργοτάξιο. Παραδείγματα υλικών που συνήθως προέρχονται από τοπικούς παραγωγούς είναι τα εξής:

Σίδερο οπλισμού, τούβλα, γυψοσανίδες, σοβάς, μάρμαρα, κυβόλιθοι, χαλίκι, αλουμίνια

3.11.6. MRc6 Certified Wood

Πιστοποιημένη ξυλεία

- **Στόχος**

Αύξηση της ποσότητας των δασικών περιοχών που διαχειρίζονται με περιβαλλοντική υπευθυνότητα. Η σωστή διαχείριση των δασών φροντίζει για την αρμονική συνύπαρξη ανθρώπου φύσης και τα επόμενα χρόνια.

- **Εφαρμογή**

Επιλογή υλικών με περιεχόμενο πιστοποιημένης ξυλείας FCS. Το ποσοστό που απαιτείται για την απόκτηση πόντου είναι 50% στο κόστος των προϊόντων ξυλείας.

Άλλες πιστοποιήσεις για ελεγχόμενα δάση όπως το PEFC δε συμμετέχουν στην απόκτηση της συγκεκριμένης ενέργειας.

3.12. Indoor Environmental Quality

Ποιότητα Εσωτερικού περιβάλλοντος

3.12.1. Qp1 Minimum Indoor Air Quality Performance

Ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας εσωτερικού αέρα

- **Στόχος**

Εξασφάλιση ενός βασικού επιπέδου ποιότητας του αέρα για την άνεση των εργαζομένων.

- **Εφαρμογή**

Η καλή ποιότητα συμπεριλαμβάνει τον περιορισμό της εισαγωγής ρύπων από το εξωτερικό, περιορισμός των τυχόν πηγών ρύπων εσωτερικά και την εξασφάλιση μιας ελάχιστης ροής νωπού αέρα ανά ζώνη του κτηρίου.

Υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας νωπού αέρα από την Ελληνική νομοθεσία και σύγκριση με τα όρια του ASHRAE Standard 62.1-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Quality, σε όλους τους χώρους του κτηριακού συγκροτήματος. Για τη μελέτη θα πρέπει να εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη απαίτηση των δυο.

- Συναφείς ενέργειες : EAp1, EAc3, EAc5, SSc4, SSc3, EQp2, EQc4, EQc5

3.12.2. EQp2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control

Έλεγχος του παθητικού καπνίσματος

- **Στόχος**

Η πρόληψη ή ελαχιστοποίηση της έκθεσης των εργαζομένων, των εσωτερικών επιφανειών του κτηρίου και του συστήματος διανομής αέρα, στον καπνό.

- **Εφαρμογή**

Πρόβλεψη ειδικών περιοχών στις οποίες επιτρέπεται το κάπνισμα σε επαρκή απόσταση από τις εισόδους του κτηρίου, από τα ανοιγμένα παράθυρα και την προσαγωγή του αέρα.

Απαγόρευση του καπνίσματος εντός του κτηρίου ή δημιουργία ειδικών περιοχών καπνίσματος με κατάλληλο εξαερισμό και προθάλαμο ώστε να αποφεύγεται η μεταφορά καπνού σε άλλες περιοχές.

- Συναφείς ενέργειες : EAp1, EAc1, EAc3, EAc5, EQp1, EQc2

3.12.3. EQc1 Outdoor air delivery monitoring

Παρακολούθηση της παροχής του εξωτερικού αέρα

- **Στόχος**

Παροχή δυνατοτήτων παρακολούθησης του συστήματος αερισμού και συγκεκριμένα της ποσότητας του νωπού αέρα, για τη βελτίωση της άνεσης των εργαζομένων, της ευχαρίστησης και της ευεξίας τους.

- **Εφαρμογή**

Υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις:

Για χώρους με πυκνό πληθυσμό θα πρέπει να ελέγχεται η ποιότητα του αέρα μέσω μέτρησης της συγκέντρωσης CO₂ εντός του χώρου.

Στους υπόλοιπους χώρους θα πρέπει να τοποθετείται όργανο μέτρησης παροχής του αέρα στους αγωγούς προσαγωγής κάθε κλιματιστικής μονάδας (air flow monitoring).

- Συναφείς ενέργειες : EAp1, EAc3, EAc5, SSc4, EQp2

3.12.4. EQc2 Increased Ventilation

Αυξημένος αερισμός

- **Στόχος**

Η παροχή αυξημένης ποσότητας εξωτερικού αέρα για τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στα κτίρια, συμβάλλοντας έτσι στην άνεση και ευχαρίστηση των εργαζομένων.

- **Εφαρμογή**

Πρόσθετα στις απαιτήσεις του προαπαιτούμενου, ο υπολογισμός της ποσότητας νωπού αέρα της μελέτης θα πρέπει να συγκριθεί με τις ποσότητες που υπολογίζονται κατά ASHRAE Standard 62.1-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality αυξημένες κατά **30%**.

- **Συναφείς ενέργειες :** EAp1, EAp2, EAc1, EAc3, EAc5, EQp1

3.12.5. EQc3 Construction IAQ management plan – during construction

Διαχείριση της ποιότητας εσωτερικού αέρα κατά την κατασκευή

- **Στόχος:**

Η μείωση τυχόν προβλημάτων στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα, που μπορεί να προκύπτει από διαφορετικές ενέργειες στη φάση της κατασκευής για την προστασία τόσο της υγείας των εργατών της κατασκευής όσο και αργότερα των εργαζομένων εντός του τελειωμένου κτηρίου

- **Εφαρμογή**

Αποφεύγει μολύνσεις των υλικών και των αγωγών του συστήματος αερισμού κατά την διάρκεια κατασκευαστικών εργασιών, σύμφωνα με τις οδηγίες του SMACNA IAQ Guidelines For Occupied Building Under Construction, 2nd Edition 2007

- Συμπεριλαμβάνει τη σωστή αποθήκευση πορώδων υλικών μακριά από υγρασίες και βρωμιές
- Την εφαρμογή προσωρινών συστημάτων αερισμού
- Την ξεχωριστή και κατάλληλη αποθήκευση και απομάκρυνση των επικίνδυνων απορριμάτων
- Τακτικός καθαρισμός του εργοταξίου
- Τακτική επιθεώρηση για την έγκαιρη αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων

- **Συναφείς ενέργειες :** EQp4, EQp5

3.12.6. Low – Emitting Materials

Υλικά χαμηλών εκπομπών

- **Στόχος**

Βελτίωση του εσωτερικού αέρα και βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα και της υγείας των εργαζομένων.

Μείωση των εκπομπών Π.Ο.Ε. από κόλλες, χρώματα, επιφάνειες δαπέδου, προϊόντα ξυλείας.

Αποφυγή ενοχλήσεων από δυσάρεστες οσμές και χημικές ουσίες.

Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (Π.Ο.Ε.)

3.12.7. EQc4.1 Adhesives and Sealants

Κόλλες και Στεγανωτικά

- **Εφαρμογή**

Επιλογή κατάλληλων προϊόντων που εμπεριέχουν χαμηλές τιμές Π.Ο.Ε. και φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc4.2, EQc4.3, EQc4.4, EQc3, EQp2, EQc5

3.12.8. EQc4.2 Paints and Coatings

Επιχρίσματα

- **Εφαρμογή**

Όλα τα επιχρίσματα (χρώματα και επιστρώσεις), τα οποία εφαρμόζονται εσωτερικά του κτιρίου θα πρέπει να εξετάζονται για την χαμηλή περιεκτικότητα σε Π.Ο.Ε (VOC)

Επιλογή κατάλληλων προϊόντων που εμπεριέχουν χαμηλές τιμές Π.Ο.Ε. (VOC) και φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc4.1, EQc4.3, EQc4.4, EQc3, EQp2, EQc5

3.12.9. EQc4.3 Flooring System Επικαλύψεις Δαπέδων

- **Εφαρμογή**

Επιλογή όλων των επικαλύψεων δαπέδου και των σοβατεπί σύμφωνα με τις προδιαγραφές χαμηλών εκπομπών σε Π.Ο.Ε. (VOC) και παροχή των αντίστοιχών πιστοποιήσεων (ανάλογα με το είδος του υλικού απαιτούνται διαφορετικές πιστοποιήσεις)

Οι μοκέτες πρέπει να ακολουθούν των πιστοποίηση Green Label Plus, με αντίστοιχα μονωτικά υπόβαθρά θα πρέπει να ακολουθούν την πιστοποίηση Green Label, υλικά δαπέδων με σκληρή επιφάνεια θα πρέπει να πιστοποιηθούν κατά Floor Score, όλες οι σχετικές κόλλες θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις LEED credit EQc4.1. Δάπεδα από ορυκτά υλικά χωρίς οργανικές ουσίες (όπως κεραμικά πλακίδια, τούβλα) ή δάπεδα από ακατέργαστο ξύλο μπορούν να εξαιρεθούν από τις απαιτήσεις.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc4.1, EQc4.2, EQc4.4, EQc3, EQp2, EQc5

3.12.10. EQc4.4 Composite Wood and Agrifiber Products Σύνθετα προϊόντα φυτικών ινών ή ξυλείας

- **Εφαρμογή**

Επιλογή κατάλληλων προϊόντων που δεν εμπεριέχουν ούρια-φορμαλδεΐδη και φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις.

Εξετάζονται όλα τα σύνθετα προϊόντα ξυλείας και φυτικών ινών σχετικά με την χημική σύσταση που χρησιμοποιείται κατά την κατασκευή τους.

Για να αποφευχθεί η εκπομπή φορμαλδεΐδης στις θερμοκρασίες λειτουργίας του κτηρίου, θα πρέπει να επιλεγθούν οι πιο σταθερές χημικές ενώσεις, όπως η φαινολική φορμαλδεΐδη ή μελαμίνη φορμαλδεΐδη ή κόλλες που δεν εμπεριέχουν καθόλου φορμαλδεΐδη αλλά χρησιμοποιούν άλλες ουσίες.

3.12.11. EQc5 indoor chemical and pollutant source control Έλεγχος εσωτερικών πηγών χημικών ουσιών και μολύνσεων

- **Στόχος**

Προστασία των εργαζομένων από αλλεργιογόνες ουσίες που προέρχονται από σκόνες, χημικές ουσίες ή μολύνσεις από πηγές εντός και εκτός κτηρίου.

- **Εφαρμογή**

Σε όλες τις εισόδους του κτηρίου με συχνή χρήση, θα πρέπει να τοποθετούνται παγίδες σκόνης και χωμάτων με ελάχιστο μήκος 3 μέτρα (π.χ. σχάρες ή χαλάκια τα οποία καθαρίζονται τακτικά).

Χώροι στους οποίους προβλέπεται ανάμειξη χημικών ουσιών ή μπορούν να εκπέμπουν επικίνδυνες ουσίες που δημιουργούν όχληση, θα πρέπει να απομονώνονται και να εξαερίζονται κατάλληλα (π.χ. Γκαράζ). Τα διαχωριστικά τοιχώματα θα πρέπει να

φτάνουν μέχρι την οροφή και οι πόρτες των χώρων να κλείνουν αυτόματα μέσω μηχανισμού επαναφοράς ώστε να μην μεταδίδονται τα αέρια σε γειτνιάζουσες περιοχές.

Εγκατάσταση καινούργιων φίλτρων σε όλο το σύστημα αερισμού μετά το πέρας των οικοδομικών εργασιών με υψηλή αποδοτικότητα, τιμή αναφοράς (MERV) 13 ή Class F7.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc3, EAc1, EAp2, EAp1, EAc3, EQp1, EQc1

3.13. EQc6 Controllability of systems – thermal comfort

Δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης της θερμικής άνεσης

- **Στόχος**

Ο στόχος είναι αύξηση της θερμικής άνεσης των εργαζομένων μέσω δυνατότητας προσωπικού ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου ανά ομάδα χρηστών ή αντίστοιχα ανά χρήστη.

- **Εφαρμογή**

Στους χώρους με τακτική χρήση θα πρέπει να εγκατασταθούν διαφορετικά μέτρα που παρέχουν στο χρήστη του χώρου τη δυνατότητα να ρυθμίζει τη θερμοκρασία σύμφωνα με τις προσωπικές ανάγκες του.

Σε ατομικά γραφεία και χώρους ομαδικής χρήσης (π.χ. αίθουσες συσκέψεων) θα πρέπει να τοποθετείται κατά ελάχιστον ένα χειριστήριο, σε open plan γραφεία θα πρέπει να υπάρχει κάποιος τρόπος ρύθμισης της θερμικής άνεσης για τουλάχιστον το 50% των εργαζομένων.

Ανοιγόμενα παράθυρα μπορούν να μετρηθούν σαν ένα μέτρο σε όλα τα γραφεία που βρίσκονται έως 3 μέτρα δεξιά και αριστερά του ανοίγματος και 6 μέτρα από την πρόσοψη.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc3, EAc1, EAp2, EAp1, EAc3, EQp1, EQc1, EAc5, EQc6.1, EQc8

3.13.1. EQc7 Thermal comfort – design

Συνθήκες θερμικής άνεσης στη μελέτη

- **Στόχος**

Στόχος είναι ένα υψηλό επίπεδο θερμικής άνεσης όλων των εργαζομένων που τους προσφέρει ευκολία και ευεξία.

- **Εφαρμογή**

Ο σχεδιασμός των συστημάτων κλιματισμού και του κτηριακού κελύφους θα πρέπει να συμμορφώνεται πλήρως με τις απαιτήσεις του KENAK και τις αυστηρές απαιτήσεις του ASHRAE Standard 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

Το πρότυπο εξετάζει τη θερμική άνεση σε σχέση με την προβλεπόμενη χρήση των χώρων, το προβλεπόμενο βαθμό κίνησης των ανθρώπων και τη σχετική πρόβλεψη θερμομονωτικής ικανότητας των ενδυμασιών.

Εναλλακτικά μπορεί να εφαρμοστεί συνδυασμός των σχετικών ευρωπαϊκών προτύπων ISO 7730 : 2005 και CEN standard EN 15251 : 2007.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc2, EAc1, EAp2, EAp1, EAc3, EQp1, EQc1, EAc5, EQc6

3.14. Daylight and Views

Φυσικός φωτισμός και θέα

- **Στόχος**

Ο στόχος είναι η αύξηση της άνεσης των εργαζομένων μέσω της παροχής μιας σχέσης μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων. Η αίσθηση των φυσικών συνθηκών περιβάλλοντος όλους τους τακτικά χρησιμοποιούμενους χώρους εντός του κτηρίου επιτυγχάνεται μέσω της εισαγωγής του φυσικού φωτός και της θέας.

3.14.1. EQc8.1 Daylight

Φυσικός φωτισμός

- **Εφαρμογή**

Σχεδιασμός της κάτοψης με στενό πλάτος επιτρέπει μεγαλύτερο ποσοστό των χώρων να φωτίζεται με φυσικό τρόπο. Ο φυσικός φωτισμός των χώρων σχετίζεται με το ύψος των ανοιγμάτων.

Τοποθέτηση των ανοιγμάτων πάνω από το επίπεδο των γραφειακών επίπλων και μέχρι το μέγιστο δυνατό ύψος.

Πρόσθετη πρόβλεψη αντανακλαστικών επιφανειών που οδηγούν το φως πιο βαθιά στην κάτοψη του ορόφου.

Πρόβλεψη αυτόματων συστημάτων σκίασης, που δεν επηρεάζουν τη θέα προς τα έξω προς αποφυγή θάμβωσης λόγω υπερβολικής ποσότητας φωτός.

Η σωστή επιλογή των υαλοπινάκων για βέλτιστο φωτισμό και ταυτόχρονη μείωση των ενεργειακών απωλειών.

- **Συναφείς ενέργειες :** EQc8.2, EAp2, EAc1

3.14.2 EQc8.2 Views

Θέα

- **Στόχος**

Ο στόχος είναι η επαφή των εργαζομένων με το εξωτερικό περιβάλλον.

- **Εφαρμογή**

Παροχή θέας προς τα έξω από τουλάχιστον 90% των θέσεων εργασίας.

Παράθυρα που συμμετέχουν θα πρέπει να βρίσκονται σε ύψος 80 εκ. έως 2.30 μ. από την επιφάνεια του τελικού δαπέδου. Διάφανα εσωτερικά χωρίσματα μπορούν να συμμετέχουν.

- Συναφείς ενέργειες : EAc1, EAp2, EQc6, EQc8

3.15. Innovation and design process

Καινοτομία και διαδικασία σχεδιασμού

- Συνολικά υπάρχουν **6 points** στην κατηγορία Innovation and Design Process.
- 1 για κάθε μια από τις παρακάτω ενέργειες

Υπάρχουν 3 διαφορετικές προσεγγίσεις για να συγκεντρωθούν 5 points

- ID Credit 1 : Exemplary Performance 1 – 3 (max 3 points)
- ID Credit 1 : Innovation in Design 1- 5 (max 5 points)
- ID Credit 1 : Pilot credits 1 -4 (max 4 points)

Επιπλέον 1 point αντιστοιχεί στο

- ID Credit 2 : LEED Accredited Professional

4. Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας

4.1. Γεωθερμία [7,8]

Με τον όρο γεωθερμία νοείται η αποθήκευση κάτω από την επιφάνεια της γής (στο υπέδαφος, σε υπόγεια νερά, ατμό ή θερμό αέρα) θερμικής ενέργειας με θερμοκρασίες από 25° C -350° C. Καθώς πρόκειται για ανεξάρτητη και καθαρή πηγή ενέργειας, αξιοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αγροτικές και βιομηχανικές παραγωγές, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες για αφαλάτωση θαλασσινού νερού, θερμά λουτρά και πολλά άλλα.

Παράλληλα στην πιο ευρεία χρήση του όρου γεωθερμία εντάσσουμε σήμερα με την θερμική ενέργεια του εσωτερικού της γης με θερμοκρασία μικρότερη από 25° C, που προέρχεται κυρίως από την αποθήκευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Στις περιπτώσεις αυτές το βάθος εκμετάλλευσης συνήθως είναι μικρότερο από 150m και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται και ως αβαθής γεωθερμία, που ως επί τι πλείστον χρησιμοποιείται για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε οικιακές και λοιπές κτηριακές εγκαταστάσεις.

Η αβαθής γεωθερμία πλεονεκτεί στο ότι είναι διαθέσιμη και είναι αρκετά εύκολη στην αδειοδότηση της. Ένα σύστημα εκμετάλλευσης αβαθούς γεωθερμίας για οικιακές εφαρμογές αποτελείται από τρία βασικά μέρη, την γεωθερμική αντλία θερμότητας, γεωθερμικό εναλλάκτη και την εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου, που συνηθέστερα είναι ενδοδαπέδιο σύστημα ή σύστημα με fan coils

Μια τέτοια εγκατάσταση αξιοποιεί τις σταθερές θερμοκρασίες του υπεδάφους (από 18° C έως 22° C) μεταφέροντας θερμότητα από το υπέδαφος ή από τα υπόγεια ύδατα προς τον κλιματιζόμενο χώρο και αντίστροφα, ως εξής : κατά την διάρκεια του χειμώνα το ρευστό που κυκλοφορεί μέσα στον γεωεναλλάκτη απορροφά την αποθηκευμένη θερμότητα του υπεδάφους και την μεταφέρει στην αντλία θερμότητας, η οποία στην συνέχεια την μεταφέρει σε μια υψηλότερη θερμοκρασία και την διανέμει στο κτήριο.

Το καλοκαίρι το σύστημα απάγει θερμότητα από το κτήριο, την μεταφέρει μέσω της αντλίας θερμότητας στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη και την αποθέτει στην δροσερή γή. Η γεωθερμική αντλία θερμότητας πρακτικά είναι μια συσκευή, που με την βοήθεια ηλεκτρικής ενέργειας μεταφέρει θερμότητα από ένα ψυχρότερο χώρο σε ένα θερμότερο ακριβώς όπως λειτουργεί ένα απλό κλιματιστικό μηχάνημα. Το μεγάλο της πλεονέκτημα έγκειται στο ότι ενώ τα κλιματιστικά μηχανήματα αποβάλλουν ή απάγουν θερμότητα από το περιβάλλον, η γεωθερμική αντλία θερμότητας εκμεταλλεύεται τις σταθερές θερμοκρασίες του υπεδάφους.

Το καλοκαίρι που το κλιματιστικό μηχάνημα καλείται να αποβάλλει θερμότητα σε ένα περιβάλλον ήδη κορεσμένο από θερμικό φορτίο καταναλώνοντας μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, η γεωθερμική αντλία θερμότητας αποβάλλει θερμότητα στο υπέδαφος, που η θερμοκρασία του δεν υπερβαίνει τους 20° C, με αποτέλεσμα η απόδοση της να είναι να είναι σημαντικά μεγαλύτερη. Κατ' ανάλογο τρόπο τον χειμώνα, το γεωθερμικό σύστημα καλείται να αυξήσει τους 15° C – 17° C του

υπεδάφους μέχρι τους $20^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$ για να ζεστάνει το εσωτερικό του κτηρίου, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες.

Ο χαρακτηριστικός συντελεστής επίδοσης C.O.P της γεωθερμικής αντλίας (ο λόγος της ισχύος που η αντλία αποδίδει στον χώρο προς την ισχύ που καταναλώνει κυμαίνεται από 4 έως 5 που σημαίνει ότι το σύστημα χρησιμοποιεί 1KWh διότι αντλείται δωρεάν ενέργεια από το υπέδαφος για θέρμανση και ψύξη. Σε ένα σύστημα εκμετάλλευσης αβαθούς γεωθερμίας η θερμότητα απάγεται ή προσδίδεται στο έδαφος μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων (γεωεναλλάκτης), τοποθετημένο εντός εδάφους, που μπορεί να είναι κλειστού ή ανοιχτού κυκλώματος. Ένας γεωεναλλάκτης κλειστού κυκλώματος αποτελείται από ένα κλειστό δίκτυο θαμμένων σωλήνων, συνήθως πολυαιθυλενίου στο οποίο συνήθως κυκλοφορεί νερό με αντιψυκτικό υπό πίεση και ανταλλάσει θερμότητα με το έδαφος.

Το αυτό δίκτυο μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Ένας οριζόντιος κλειστός γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται σε σκάμμα στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου σε βάθος 1 έως 3 m και αποτελεί ίσως την οικονομικότερη κατασκευαστική λύση από οποιοδήποτε άλλο γεωθερμικό σύστημα. Η απαιτούμενη έκταση είναι συνάρτηση των θερμικών και ψυκτικών απαιτήσεων του κτηρίου καθώς και των γεωλογικών στοιχείων του υπεδάφους η απόδοση του κυμαίνεται μεταξύ 20-35W/m. Βασικά πλεονεκτήματα του οριζόντιου κλειστού εναλλάκτη είναι η εύκολη τοποθέτηση, το μικρό κόστος εγκατάστασης και η ευκολότερη αδειοδότηση, ενώ μειονεκτήματα του είναι η μεγάλη απαιτούμενη επιφάνεια για το στρώσιμο του γεωεναλλάκτη, η σχετικά μειωμένη απόδοση στην ψύξη και η περιορισμοί στην φύτευση.

Ο κάθετος γεωεναλλάκτης κλειστού κυκλώματος εφαρμόζεται σε περιπτώσεις με περιορισμένο περιβάλλοντα χώρο και σε περιοχές με αδυναμία πρόσληψης νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα. Το κλειστό κύκλωμα σωλήνων τοποθετείται εντός γεωτρήσεων με διάμετρο 6" έως 8" και βάθους 60 έως 100 m και στην συνέχεια γίνεται πλήρωση με θερμοαγωγίμο μίγμα.

Η απόσταση μεταξύ των κάθετων γεωτρήσεων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 6m για την αποφυγή τοπικού θερμικού κορεσμού του υπεδάφους, η απόδοση του κάθετου γεωθερμικού εναλλάκτη κυμαίνεται από 35-65 W/m παρουσιάζοντας σταθερότητα σε όλη την διάρκεια του έτους, το κόστος της γεώτρησης κυμαίνεται γύρω στα 2800 ευρώ. Στην περίπτωση γεωεναλλάκτη ανοιχτού κυκλώματος νερό αντλείται από τον υδροφόρο ορίζοντα, υπέδαφος, θάλασσα, λίμνη ή ποτάμι διέρχεται από την αντλία θερμότητας μέσω συνήθως ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού όπου απορροφάται ή αποδίδεται θερμότητα και κατόπιν το νερό επανεισάγεται στην ίδια πηγή.

Ο γεωεναλλάκτης ανοικτού κυκλώματος υπεδαφικού υδροφόρου, ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα και περιλαμβάνει δύο γεωτρήσεις, μια παραγωγική στην οποία εμβαπτίζεται η υποβρύχια αντλία και μια επανεισαγωγής. Σε περίπτωση που η γειτνίαση με την λίμνη ή την θάλασσα είναι τέτοια που να επιτρέπει την χρήση της, με ένα απλό υδραυλικό δίκτυο το νερό προσάγεται ή απάγεται από την αντλία θερμότητας μέσω κυκλοφορητή.

Βασικά πλεονεκτήματα του ανοικτού γεωεναλλάκτη είναι η σταθερή και υψηλή απόδοση σε όλη την διάρκεια του χρόνου και η μικρή απαιτούμενη επιφάνεια εδάφους. Ενώ βασικά μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος επένδυσης, η πιο εξειδικευμένη εγκατάσταση, η δυσκολότερη αδειοδότηση, οι περιορισμοί από την ποιότητα του νερού, ή άμεση εξάρτηση της απόδοσης του συστήματος από την παροχή νερού της γεώτρησης και το μεγαλύτερο κόστος συντήρησης λόγω επικαθήσεων. Με βάση τις σημερινές τιμές πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος εκτιμάται ότι μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση χρημάτων για την θέρμανση κτηρίου με χρήση αβαθούς γεωθερμίας από 60 έως 80% σε σχέση με την εγκατάσταση λέβητα πετρελαίου. Αποκτούμε πλήρη ανεξαρτησία από το πετρέλαιο και την τιμή του, έχουμε εξοικονόμηση χώρου διότι δεν απαιτείται δεξαμενή πετρελαίου και καπνοδόχος στην εγκατάσταση μας, ενώ έχουμε μηδενικό κόστος συντήρησης και φυσικά προστασία του περιβάλλοντος από ρύπους.

4.2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ [7,8,10,24,25]

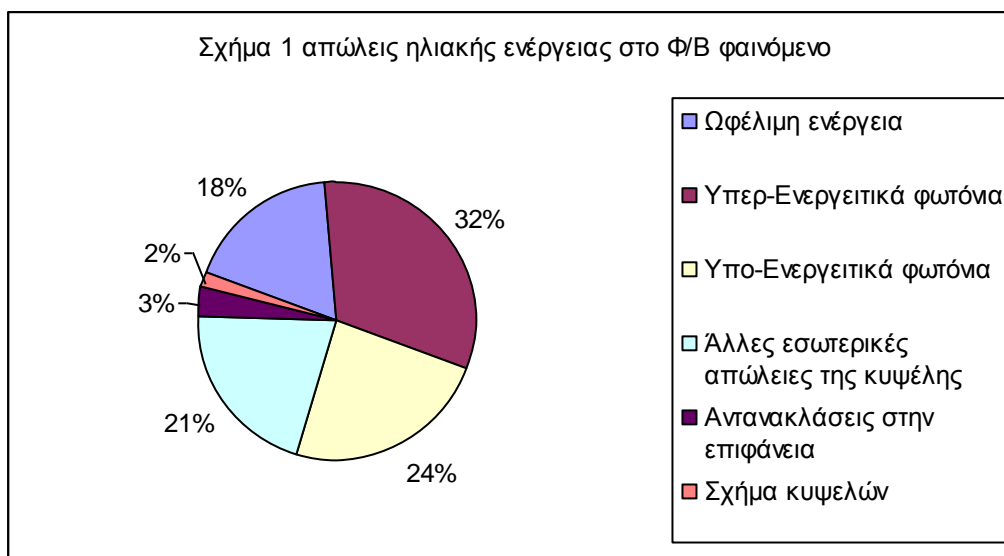
Τα φωτοβολταϊκά είναι μια τεχνολογία που μετατρέπει μέρος της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας απευθείας σε ηλεκτρισμό. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε πρώτα στην διαστημική τεχνολογία κατά την διάρκεια του '60 για παραγωγή ενέργειας στις διαστημικές εφαρμογές. Από τις αρχές της δεκαετίας του '70 οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών χρησιμοποιήθηκαν στην κάλυψη ηλεκτρικών αναγκών σε διάφορες περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα σε απομονωμένες περιοχές ή σε περιοχές με μικρές ανάγκες ενέργειας. Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να λειτουργήσει με επιτυχία και σε εφαρμογές όπου απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια.

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η βασική πηγή ενέργειας που ενεργοποιεί την φωτοβολταϊκή διαδικασία αποδίδοντας ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελείται από φωτόνια που κινούνται με εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες και έχουν διαφορετικό μήκος κύματος (συχνότητα). Η ενέργεια που έχει κάθε φωτόνιο είναι ίσο με το γινόμενο της μάζας επί την ταχύτητα του.

Το βασικό υλικό που συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο. Όλα τα φωτόνια με ενέργεια μεγαλύτερη από 1.08eV εφόσον απορροφηθούν θα ενεργοποιήσουν τα ηλεκτρόνια του υλικού του Φ/Β (ημιαγωγός). Συνεπώς, φαίνεται αρχικά ότι σχεδόν όλη η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας θα μπορούσε να μετατραπεί σε ηλεκτρισμό. Δυστυχώς όμως, ένα φωτόνιο μπορεί να ενεργοποιήσει και να ελευθερώσει μόνο ένα ηλεκτρόνιο. Τα φωτόνια που έχουν περισσότερη ενέργεια από την ελάχιστη που απαιτείται για την ενεργοποίηση ενός ηλεκτρονίου, μετατρέπουν την υπολειπόμενη ενέργεια σε θερμότητα μέσα στο ίδιο του υλικό. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι οι φωτοβολταϊκές κυψέλες από πυρίτιο μπορούν να μετατρέψουν περίπου το 25% της ολικής απορροφούμενης ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Αυτό σύμφωνα με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες αποτελεί θεωρητικό όριο. Σε μερικές περιπτώσεις ίσως είναι οικονομικότερο να κατασκευάζουμε συστήματα που εκμεταλλεύονται και την θερμική ενέργεια που συσσωρεύεται στο υλικό, για εφαρμογές όπου χρειάζεται ηλεκτρισμός και θερμότητα. Τέτοια συστήματα ονομάζονται φωτοβολταϊκά θερμικά συστήματα.

Η επιλογή του πυριτίου ως υλικό κατασκευής στα φωτοβολταϊκά προκαλεί ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας με συνέπεια ένα μέρος της να μην φτάνει ποτέ στο φωτοβολταϊκό καθώς ανακλάται πάνω στη επιφάνεια του υλικού. Αυτή η απώλεια μπορεί να μειωθεί

χρησιμοποιώντας αντανακλαστική επικάλυψη στην επιφάνεια του Φ/Β. Επίσης υπάρχουν εσωτερικές απώλειες ενέργειας που εξαρτώνται από την καθαρότητα του υλικού και την ποιότητα της κρυσταλλικής δομής του. Τέλος, σε ένα Φ/Β σύστημα η επιφάνεια που έχει διατεθεί για την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας δεν καλύπτεται πλήρως από φωτοβολταϊκά συστήματα. Αν και αυτό το πρόβλημα περιορίζεται κατασκευάζοντας στοιχεία με εξαγωνικό ή παραλληλεπίπεδο σχήμα αντί για κυκλικό (όπως συνηθίζονταν παλαιότερα) κάποιο μέρος της επιφάνειας παραμένει αχρησιμοποίητο. Στο σχήμα ένα παρουσιάζεται η κατανομή ενέργειας σε μια φωτοβολταϊκή κυψέλη.



Κατά την πρόπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε μια φωτοβολταϊκή κυψέλη, ένα άτομο πυριτίου (ημιαγωγός) απορροφά ένα φωτόνιο και η πρόσθετη ενέργεια που ενεργοποιεί ή διεγείρει ένα από τα εξωτερικά ηλεκτρόνια το ελευθερώνει. Αυτό γίνεται καλύτερα όταν τα άτομα είναι παρατεταγμένα σε συγκεκριμένες σειρές ή θέσεις. Αυτή ονομάζεται κρυσταλλική κατάσταση. Σε οποιοδήποτε κρύσταλλο τα άτομα ή τα μόρια είναι διατεταγμένα σε τέλειους γεωμετρικού συνδυασμούς. Όταν ένα φωτόνιο χτυπήσει τον κρύσταλλο του πυριτίου, τον διαπερνά μέχρις ότου απορροφηθεί από ένα άτομο. Αμέσως μετά η ενέργεια του φωτονίου μεταφέρεται σε ένα από τα εξωτερικά ηλεκτρόνια, το οποίο ακολούθως ελευθερώνεται από το άτομο αφήνοντάς ελεύθερη την θέση του ή όπως ονομάζεται δημιουργώντας μια "οπή". Όταν μια δέσμη φωτός πέφτει πάνω στον κρύσταλλο του πυριτίου, εκατομμύρια ηλεκτρονίων απελευθερώνονται κατά αυτόν τον τρόπο, και δημιουργείται ένας αντίστοιχος αριθμός οπών που παραμένουν στην εξωτερική στοιβάδα. Ένα οποιοδήποτε ηλεκτρόνιο μπορεί να γεμίσει την θέση μιας τρύπας εκπέμποντας μια ελάχιστη ποσότητα θερμότητας κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτής.

Όταν σταματήσει η ακτινοβολία όλα τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται ελεύθερα και εκτός θέσεως, επιστρέφουν αμέσως στις κενές θέσεις. Ο κρύσταλλος επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση, με αυξημένη την θερμοκρασία του υλικού. Επειδή τα άτομα δεν αλλάζουν θέση ο κρύσταλλος δεν αλλάζει μέγεθος, βάρος, σχήμα ή εμφάνιση.

4.2.. Αρχές λειτουργίας, τεχνολογίας φωτοβολταϊκών

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό στοιχείο κατασκευάζεται με την τοποθέτηση ενός λεπτού στρώματος πυριτίου ενισχυμένου με φώσφορο, σε επαφή με ένα στρώμα από πυρίτιο ενισχυμένο με βόριο. Όταν προσπίπτει ακτινοβολία πάνω στο στοιχείο, τα φωτόνια απορροφούνται και απελευθερώνονται τα ηλεκτρόνια. Πρόσθετα ηλεκτρόνια δημιουργούνται στο κομμάτι του πυριτίου-φωσφόρου που ονομάζονται N-πυρίτιο γιατί τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο. Εάν συνδέσουμε με ένα σύρμα τα δύο στρώματα, τότε ηλεκτρόνια από τα πάνω στρώματα θα φύγουν και θα κατευθυνθούν μέσα από το σύρμα στο κάτω στρώμα όπου και θα απορροφηθούν από το πυρίτιο-βόριο, που ονομάζεται P-πυρίτιο, μια και το φορτίο του είναι θετικό

Κατά την κατασκευή του φωτοβολταϊκού στοιχείου, στην επιφάνεια επαφής μεταξύ των δύο στρωμάτων μερικά από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο "N" στρώμα διαχέονται στην μικρή απόσταση μέχρι την απέναντι επιφάνεια του "P" στρώματος, καθώς προσελκύονται από τις σπές που υπάρχουν εκεί, τις οποίες θέλουν να γεμίσουν. Αυτό αφήνει τα άτομα του φωσφόρου στο "N" στρώμα χωρίς αρκετά ηλεκτρόνια για να ισορροπήσει τα θετικά φορτία στα μόρια του, ενώ αρκετά ηλεκτρόνια βρίσκονται στο "P" στρώμα γύρω από τα άτομα του βορίου. Δημιουργείται έτσι ένα λεπτό στρώμα ηλεκτρικού φορτίου κατά μήκος της επαφής των δύο στρωμάτων.

Αφού τα ηλεκτρόνια είναι φορτισμένα σωματίδια, είναι δύσκολο να περάσουν μέσα από την ζώνη στατικού ηλεκτρικού φορτίου. Για αυτό το λόγο, η φορτισμένη περιοχή δρά ως συνοριακή περιοχή για το στοιχείο. Όταν κατασκευάζεται το στοιχείο, το σύνορο αυτό δημιουργείται αυτόματα. Υπάρχει καθ' όλη την ζωή του στοιχείου και ποτέ δεν εξασθενίζει. Κανένα Φ/Β δεν μπορεί να λειτουργήσει χωρίς αυτή την ζώνη. Μόνο τα ηλεκτρόνια με υψηλά επίπεδα ενέργειας (υψηλές ταχύτητες) μπορούν να το διαπεράσουν. Σαν αποτέλεσμα το σύνορο αυτό λειτουργεί σαν φίλτρο που αφήνει μόνο ηλεκτρόνια με υψηλές ενέργειες και σταματά ηλεκτρόνια με χαμηλά επίπεδα ενέργειας.

Η ποσότητα ρεύματος που παράγει ένα φωτοβολταϊκό είναι ανάλογη της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στο στοιχείο. Γι' αυτό το λόγο το ρεύμα αυξάνεται με την επιφάνεια του στοιχείου καθώς και με την ένταση της ακτινοβολίας. Η τάση από την άλλη εξαρτάται από το υλικό που χρησιμοποιείται, όλα τα στοιχεία από πυρίτιο παράγουν περίπου 0.5 Volt ανεξάρτητα από την επιφάνεια.

Τα Φ/Β παρέχουν ένα μοναδικό τρόπο παραγωγής ενέργειας αφού δεν καταναλώνουν κανένα υλικό κατά την διάρκεια παραγωγής ενέργειας ούτε απελευθερώνουν κάποια ποσότητα υλικού. Γι' αυτό το λόγο τα Φ/Β μπορούν να είναι μονάδες τελείως απομονωμένες και ανεξάρτητες και θεωρητικά έχουν χρόνο ζωής όσο τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται. Το υλικό δεν αλλάζει σχήμα και τελικά η μόνη διαδικασία που συμβαίνει είναι ότι ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται κατευθείαν σε ηλεκτρική ενέργεια για εξωτερική χρήση.

Τα Φ/Β πυριτίου διακρίνονται ανάλογα με την δομή του βασικού υλικού τους. Προκειμένου να έχει το πυρίτιο ικανοποιητικές ιδιότητες για χρήση σε Φ/Β εφαρμογές απαιτείται μεγάλη καθαρότητα. Από τις φάσεις καθαρισμού προκύπτει σε κυλινδρική μονοκρυσταλλική μορφή, το στοιχείο μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Εκτός από το φωτοβολταϊκό μονοκρυσταλλικού πυριτίου υπάρχουν και άλλες μορφές πυριτίου που είναι

πιο φθηνές να παραχθούν από τους αντίστοιχους μεγάλου μεγέθους μονοκρυσταλλικούς. Η στερεοποίηση υπό κανονικές συνθήκες πυριτίου που έχει υποστεί τήξη, έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μικροσκοπικών κρυστάλλων. Εάν ο χρόνος στερεοποίησης είναι μεγάλος τότε οι κρύσταλλοι που δημιουργούνται θα είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος. Το τελικό προϊόν ονομάζεται πολυκρυσταλλικό πυρίτιο, που είναι κροκοειδές στην μορφή του και το μέγεθος των κρυστάλλων εξαρτάται από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ψύχθηκε το πυρίτιο. Το προϊόν παράγεται σαν στερεό κομμάτι, ή σε σχήμα κορδέλας η οποία απάγεται από την τηγμένη πρώτη ύλη, ή με βρασμό του πυριτίου και την συγκέντρωση των ατμών του πυριτίου πάνω σε επίπεδη επιφάνεια. Αυτοί οι μέθοδοι παραγωγής κοστίζουν περισσότερο από την παραγωγή μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Τα στοιχεία που δημιουργούνται από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο έχουν μικρότερη απόδοση στην μετατροπή ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό. Παρατηρούνται επίσης μικρά ηλεκτρικά βραχυκυκλώματα στα όρια των κρυστάλλων. Συνεπώς όσο μεγαλύτερη είναι η κρύσταλλοι τόσο μικρότερες οι συνοριακές τους επιφάνειες και το στοιχείο συμπεριφέρεται περισσότερο σαν αν είναι μονοκρυσταλλικό.

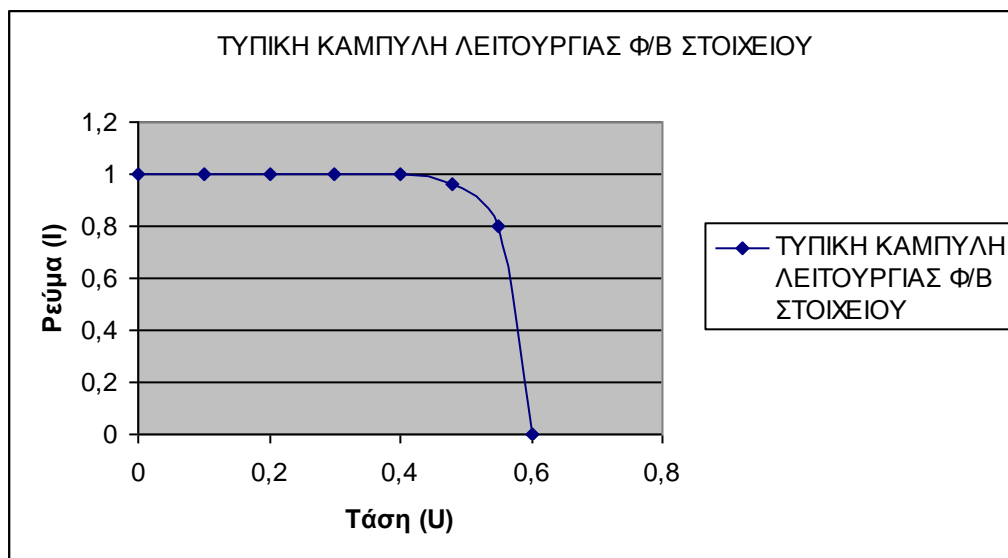
Στα Φ/Β χρησιμοποιείται επίσης το άμορφο πυρίτιο, το οποίο είναι καθαρό πυρίτιο που δεν έχει κρυσταλλική μορφή. Τα άτομα του πυριτίου στο στερεό είναι τυχαία τοποθετημένα. Το γυαλί για παράδειγμα είναι άμορφο όχι κρυσταλλικό υλικό. Πολλά λεπτά φιλμ από άμορφο πυρίτιο μπορούν να μετατρέπουν την ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό. Λόγω του γεγονότος, ότι χρησιμοποιείται πολύ λίγο υλικό και αποφεύγεται η κρυσταλλοποίηση, τα στοιχεία από άμορφο πυρίτιο είναι πολύ φθηνά στην κατασκευή τους οι αποδόσεις τους είναι πολύ μικρές, $9 \div 11\%$ σε σχέση με το $16 \div 18\%$ για τις μονοκρυσταλλικές κυψέλες. Το άμορφο πυρίτιο χρησιμοποιείται αρκετά σε Ιαπωνικά προϊόντα, τροφοδοτώντας μικροσυσκευές, π.χ. ρολόγια, υπολογιστές τσέπης και παιχνίδια που χρειάζονται πολύ μικρές ποσότητες ενέργειας. Οι Ιαπωνικές εταιρίες είναι πρωτοπόροι στην παραγωγή άμορφου πυριτίου. Η μελλοντική αύξηση της απόδοσης τους και της σταθερότητας τους μπορεί να κάνουν την κατασκευή τέτοιων στοιχείων συμφέρουσα και για μεγαλύτερες εφαρμογές.

Φωτοβολταϊκά μπορούν να κατασκευαστούν και από άλλα υλικά. Ο διαχωρισμός γίνεται βάση των υλικών που χρησιμοποιούνται και του τύπου της ένωσης που έχουν. Υπάρχουν βασικά τέσσερις τρόποι για την ένωση των υλικών. Στην περίπτωση του πυριτίου, η ένωση είναι πολύ λεπτή περιοχή στα όρια των N και P υλικών. Τα υλικά είναι βασικά πυρίτιο αλλά με διαφορετικούς εμπλουτισμούς. Στην περίπτωση αυτή η ζώνη επαφής ονομάζεται ομοεπαφή.

Τα Φ/Β στοιχεία όμως μπορούν να κατασκευαστούν από διαφορετικά υλικά. Ένας τύπος έχει ένα στρώμα από σουλφίδιο χαλκού που εναποτίθεται σε ένα στρώμα από σουλφίδιο καδμίου και η ένωση δημιουργείται στο σημείο επαφής των δύο υλικών. Όταν χρησιμοποιούνται δυο διαφορετικά υλικά, η ζώνη επαφής ονομάζεται ετεροεπαφή. Μια ένωση μπορεί να δημιουργηθεί μεταξύ ενός ημιαγωγού και ενός μετάλλου και τότε ονομάζεται επαφή τύπου Schottky. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ένα υλικό όπως οξειδίο τιτανίου μεταξύ μιας μεταλλικής επιφάνειας και ενός ημιαγωγού, η ένωση ονομάζεται MIS. Εάν η κατασκευή είναι ημιαγωγός – οξειδίο τιτανίου – ημιαγωγός τότε ονομάζεται SIS.

4.3. Χαρακτηριστικά μεγέθη φωτοβολταϊκών

Συνδέοντας το Φ/Β σε κύκλωμα που παρεμβάλλεται ωμική αντίσταση, παρατηρείται μεταβολή της τάσης “V” συναρτήσει της τιμής της αντίστασης από το μηδέν έως την τιμή της τάσης του ανοικτού κυκλώματος “V_{oc}”. Παράλληλα με την αύξηση της αντίστασης, η ένταση του ρεύματος παραμένει σταθερή μέχρι ενός χαρακτηριστικού σημείου ενώ στη συνέχεια μειώνεται απότομα. Η καμπύλη I-V του σχήματος 4.1. αποτελεί τυπική χαρακτηριστική φωτοβολταϊκών στοιχείων και προκύπτει για σταθερή τιμή της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας “G” και της θερμοκρασίας του πλαισίου.



Σχήμα 4.1. Χαρακτηριστική καμπύλη Φ/Β

Προκειμένου να είναι δυνατή η σύγκριση διαφορετικών φωτοβολταϊκών πλαισίων, έχουν καθοριστεί πρότυπες συνθήκες ελέγχου (standard test STC) κάτω από τις οποίες καταγράφεται η ηλεκτρική συμπεριφορά των φωτοβολταϊκών από όπου προκύπτει και η χαρακτηριστική (I-U). Οι πρότυπες συνθήκες ακολουθούν το πρότυπο IEC 60904/DIN EN 60904 σύμφωνα με το οποίο η κάθετα προσπίπτουσα ακτινοβολία είναι ίση με 1000W/m² η θερμοκρασία της Φ/Β επιφάνειας 25° C, και το φάσμα ακτινοβολίας του φωτός (σύμφωνα με την φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας αναφοράς του IEC 60904-3) μάζα αέρα AM=1,5. Η μάζα αέρα ορίζεται ως ο λόγος του μήκους της διαδρομής της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα προς το πάχος της ατμόσφαιρας, καθορίζοντας ουσιαστικά την μείωση της έντασης ακτινοβολίας που προκαλείται από το μεγαλύτερο δρόμο (σε σχέση με την κατακόρυφη διαδρομή) που ακολουθούν οι ηλιακές ακτίνες μέσα στην ατμόσφαιρα.

Η καμπύλη λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού χαρακτηρίζεται από το σημείο μέγιστης ισχύος όπου το φωτοβολταϊκό λειτουργεί αποδίδοντας την μέγιστη ισχύ (N_{max}), το σημείο ρεύματος βραχυκυκλώσεως (I_{sc}) το οποίο είναι 5%÷15%, μεγαλύτερο από το ρεύμα μέγιστης ισχύος (I_{mp}) και το σημείο τάσεις ανοιχτοκυκλώσεως (U_{co}) το οποίο είναι 0,5÷0,6V στα φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου και 0,6÷0,9V στα άμορφου πυριτίου.

Χαρακτηριστικό μέγεθος το οποίο χαρακτηρίζει την ποιότητα του φωτοβολταϊκού είναι ο συντελεστής πλήρωσης (FF), ο οποίος ορίζεται από τον λόγο της μέγιστης παραγόμενης

ισχύος “ N_{max} ” προς την μέγιστη θεωρητικά παραγόμενη ισχύ η οποία ορίζεται από το γινόμενο του ρεύματος βραχυκυκλώσεως : “ I_{SC} ” επί την τάση ανοιχτοκυκλώσεως “ U_{OC} ”

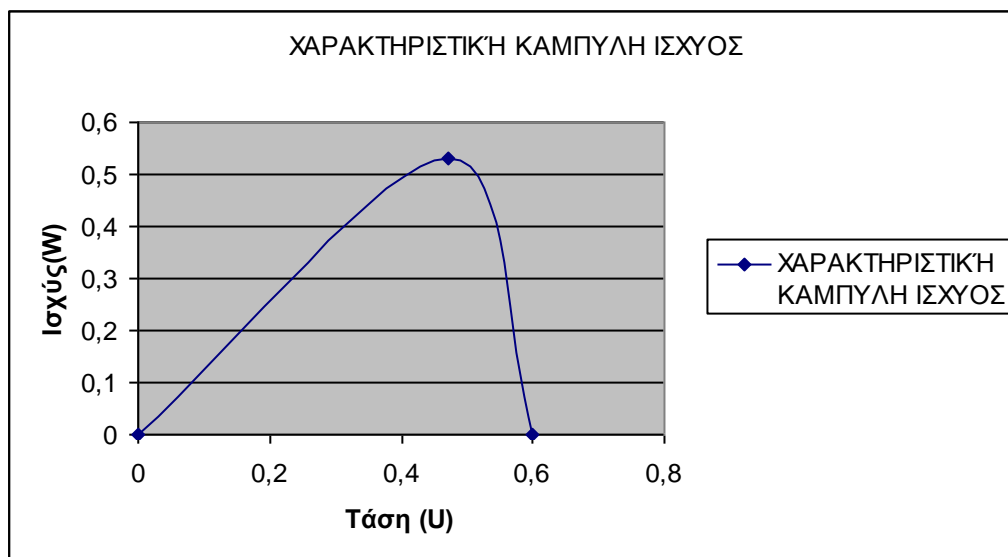
$$FF = \frac{N_{max}}{U_{co} \cdot I_{SC}} \quad [4.1]$$

Ο συντελεστής πλήρωσης των φωτοβολταϊκών κρυσταλλικού πυριτίου είναι περίπου $0,75 \div 0,85$ και των φωτοβολταϊκών άμορφου πυριτίου $0,56 \div 0,61$.

Η ισχύς “ N ” που αποδίδει ένα Φ/Β στοιχείο, δίνεται από την εξίσωση :

$$N = U \cdot I \quad [4.2]$$

Η διακύμανση της αποδιδόμενης ισχύος σε συνάρτηση με την τάση U παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2., για σταθερή ένταση προσπίπτουσας ακτινοβολίας G και σταθερή θερμοκρασία πλαισίων.



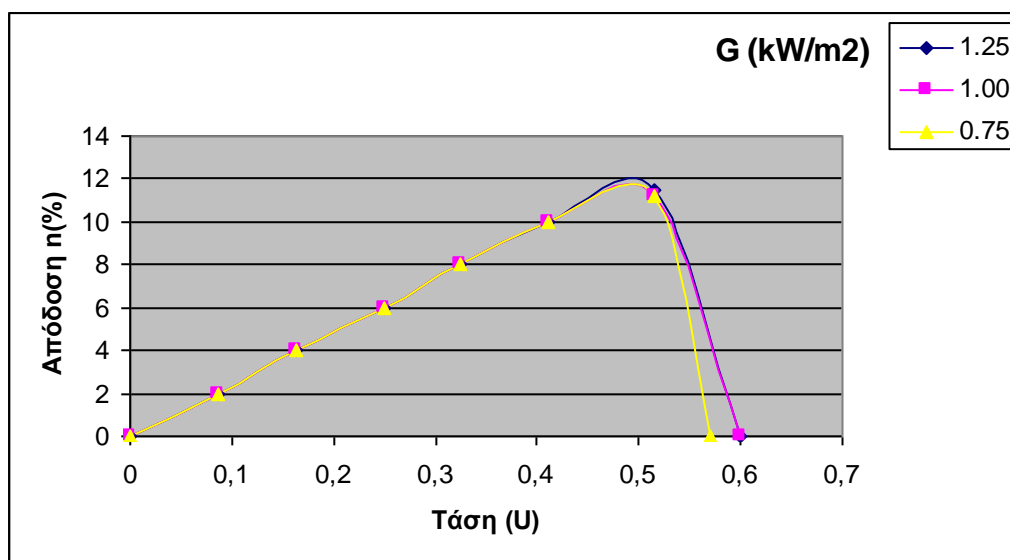
Σχήμα 4.2. Χαρακτηριστική καμπύλη τάσης – ισχύος Φ/Β

Όπως προκύπτει από την χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος η μέγιστη ισχύς “ N_{max} ” αντιστοιχεί σε τιμή τάσης “ U_{mp} ” ελαφρά μικρότερη από την τάση ανοιχτού κυκλώματος “ U_{CO} ” . Για ενδεικτικούς υπολογισμούς μπορεί να ληφθεί κατά προσέγγιση $U_{mp} = 0,9 \cdot U_{OC}$. Για μεγαλύτερη ακρίβεια απαιτείται η διεύρυνση του διαγράμματος ($N-U$), οπότε εντοπίζεται το σημείο της μέγιστης ισχύος του Φ/Β και καθορίζεται η ακριβής τιμή της τάσης “ U_{mp} ” και η αντίστοιχη ένταση “ I_{mp} ”.

Ο βαθμός απόδοσης “ η ” ενός Φ/Β πλαισίου (ή καλύτερα ο βαθμός αξιοποίησης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας) είναι ο λόγος της ηλεκτρικής ισχύος “ N ” που παράγεται προς την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, η οποία καθορίζεται ως το γινόμενο της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας “ G ” επί το εμβαδόν “ A ” της επιφάνειας του Φ/Β. Συνεπώς ο βαθμός απόδοσης υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση, ενώ στο

σχήμα 4.3 παρουσιάζεται η μεταβολή της απόδοσης Φ/B στοιχείου συναρτήσει της τάσης του για διάφορες τιμές έντασης τις προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

$$n = \frac{N}{G \cdot A} \quad [4.3]$$



Σχήμα 4.3. Βαθμός απόδοσης Φ/B για διάφορες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας

Όπως φαίνεται από το σχήμα 4.3 η καμπύλη του βαθμού απόδοσης παραμένει σχεδόν σταθερή για διάφορες μεταβολές της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Συνεπώς η καμπύλη απόδοσης του Φ/B δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ έχει παρόμοια μορφή με την καμπύλη ισχύος. Ο μέγιστος βαθμός απόδοσης εμφανίζεται στην ίδια περίπου τιμή τάσης λειτουργίας του Φ/B , με μικρή μετατόπιση προς τα δεξιά και προς τα πάνω, όσο αυξάνεται η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

4.4. Ενεργειακή συμπεριφορά Φ/B με μεταβαλλόμενες εξωτερικές συνθήκες

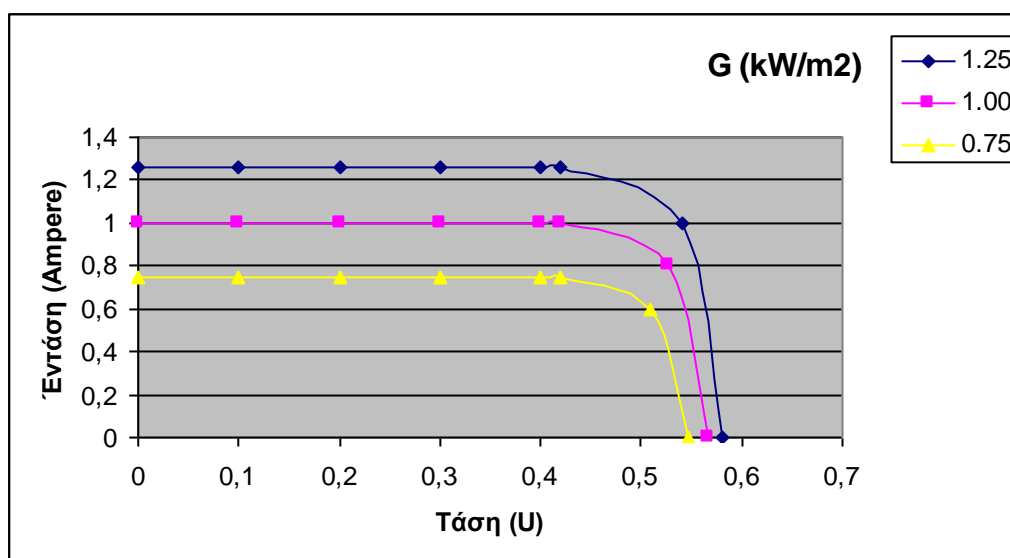
Η διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας καθορίζει την ωφέλιμη ισχύ που παράγει το Φ/B στοιχείο. Δεδομένης της διαρκούς μεταβολής της θέσεως του ήλιου ως προς την επιφάνεια της γης, θα έπρεπε να μεταβάλλεται συνεχώς η κλίση του Φ/B ώστε να επιτυγχάνεται κάθετη πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων. Λόγω των σοβαρών κατασκευαστικών δυσκολιών αλλά και των αντίστοιχων οικονομικών προβλημάτων που θα προκαλούσε μια τέτοια εφαρμογή στα κτήρια, προτιμάτε συνήθως σταθερή κλίση τοποθέτησης των Φ/B . Οι γωνίες κλίσης εξαρτώνται από την επιθυμητή χρήση και την εποχή του έτους. Κατά προσέγγιση η βέλτιστη κλίση του φωτοβολταϊκού πλαισίου "β" είναι εκείνη που επιτυγχάνει την κατά το δυνατόν κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας για την υπό μελέτη χρονική περίοδο. Για τις περιοχές της χώρας μας, η προτεινόμενη κλίση των είναι περίπου $55^\circ \div 60^\circ$ για την χειμερινή περίοδο. Αντίστοιχα, για την καλοκαιρινή περίοδο η προτεινόμενη κλίση των Φ/B κυμαίνεται μεταξύ των $10^\circ \div 15^\circ$ (πίνακας 4.1). Πιο συγκεκριμένα, εάν επιθυμούμε την μεγιστοποίηση της ετήσιας παραγόμενης ηλιακής ακτινοβολίας επιλέγεται η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, Δηλαδή $\beta = \phi - 15^\circ$ όπου ϕ το γεωγραφικό πλάτος

του τόπου. Στην περίπτωση αυτή η παραγόμενη ενέργεια κατά την διάρκεια του χειμώνα είναι σαφώς μικρότερη αυτής του καλοκαιριού, επειδή τόσο η ένταση της διαθέσιμης ακτινοβολίας όσο και η διάρκεια της ημέρας είναι μικρότερες.

Πίνακας 4.1. Προτεινόμενη βέλτιστη κλίση Φ/Β πλαισίων.

| Μήνας | Γωνία τοποθέτησης "β" | Μήνας | Γωνία τοποθέτησης "β" |
|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| Ιανουάριος | $\varphi+29^\circ$ | Ιούλιος | $\varphi-24^\circ$ |
| Φεβρουάριος | $\varphi+18^\circ$ | Αύγουστος | $\varphi-10^\circ$ |
| Μάρτιος | $\varphi+3^\circ$ | Σεπτέμβριος | $\varphi-2^\circ$ |
| Απρίλιος | $\varphi-10^\circ$ | Οκτώβριος | $\varphi+10^\circ$ |
| Μάιος | $\varphi-22^\circ$ | Νοέμβριος | $\varphi+23^\circ$ |
| Ιούνιος | $\varphi-25^\circ$ | Δεκέμβριος | $\varphi+30^\circ$ |

Αντίθετα αν επιθυμούμε την ενεργειακή αυτονομία της εγκατάστασης, επιλέγεται γωνία κλίσης, " $\beta=\varphi+15^\circ$ ", η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την μεγιστοποίηση της ενεργειακής απολαβής κατά τον Χειμώνα καθώς και μια σταθερή απόδοση καθ' όλη την διάρκεια του έτους .

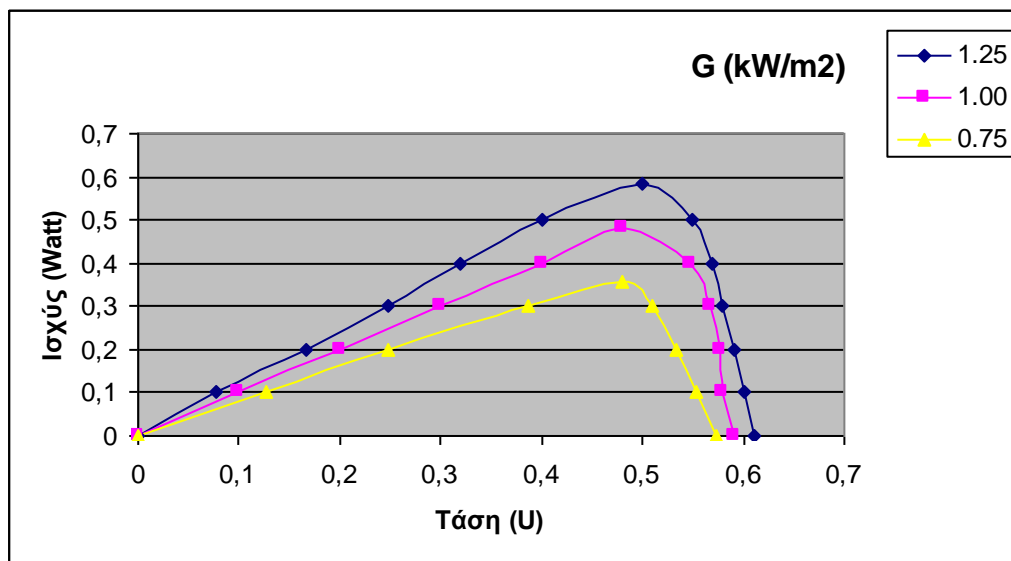


Σχήμα 4.4. Χαρακτηριστικές καμπύλες Φ/Β, (I-U) για διάφορες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας

Πράγματι η μεταβολή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, επιδρά σημαντικά στην καμπύλη λειτουργίας του Φ/Β στοιχείου. Δηλαδή η αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνει το ρεύμα βραχυκύκλωσης μετατοπίζοντας την καμπύλη (I-U) προς τα πάνω. Αντίστοιχα, η μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολία μετατοπίζει την καμπύλη λειτουργίας (I-U) προς τα κάτω σχήμα 4.4. Αντίθετα η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας δεν επηρεάζει σημαντικά την τάση ανοιχτοκυκλώσεως " U_{OC} " του Φ/Β.

Διευρύνοντας τα δεδομένα του σχήματος 4.4. παρατηρείται ότι η καμπύλη που ενώνει τα σημεία στα οποία εμφανίζεται η μέγιστη ισχύς του Φ/Β, είναι ευθεία γραμμή σχεδόν κάθετη στον άξονα της "U", με ελαφρά κλίση προς τα δεξιά. Συνεπώς, όπως έχει ήδη αναφερθεί το σημείο μέγιστης ισχύος εμφανίζεται πρακτικά για την ίδια τιμή τάσης "U", ανεξάρτητα από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η πληροφορία αυτή

επιβεβαιώνεται από τα στοιχεία του σχήματος 4.5 όπου παρουσιάζονται οι αντίστοιχες καμπύλες (N-U) για διάφορες τιμές της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.



Σχήμα 4.5. Διάγραμμα (N-U) Φ/B για διάφορες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας

Παράλληλα αλλαγές της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας ή του έτους επηρεάζουν σημαντικά την συμπεριφορά των Φ/B στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της τάσης ανοιχτοκυκλώσεως U_{OC} με αποτέλεσμα το κάθετο μέρος της καμπύλης (I-U) να μετακινείται προς τα αριστερά. (βλέπε σχήμα 4.6.). Ο ρυθμός μείωσης της τάσης για Φ/B στοιχεία πυριτίου με $U_{OC}=0,6U$ είναι περίπου $2mV/^{\circ}C$. Πιο συγκεκριμένα η τάση U_{θ} του Φ/B στοιχείου σε τυχαία θερμοκρασία πλαισίου θ μπορεί να προσεγγιστεί από την ακόλουθη σχέση

$$U_{\theta} = U_{25} \cdot [1 - 0,002 \cdot (\theta - 25)] \quad [4.4]$$

Η παρατηρούμενη μείωση αντισταθμίζεται μερικώς με την αύξηση της έντασης του ρεύματος βραχυκυκλώσεως I_{SC} , καθώς σύμφωνα με την εξίσωση (4.5) παρατηρείται αύξηση του ρεύματος εξόδου I_{θ} (σε mA)

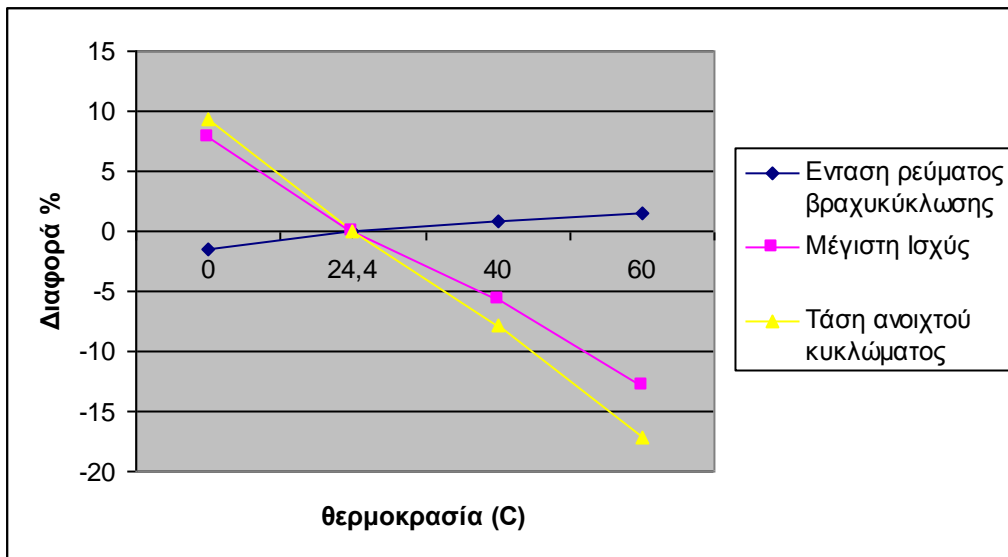
$$I_{\theta} = I_{25} \cdot [1 + 0.025 \cdot A \cdot (\theta - 25)] \quad [4.5]$$

Όπου A είναι το εμβαδόν του Φ/B πλαισίου σε cm^2

Η θερμοκρασία του πλαισίου θ μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση

$$\theta = \theta_{\alpha} + k \cdot G \quad [4.6]$$

Όπου θ_{α} η θερμοκρασία περιβάλλοντος, G η στιγμιαία ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και k θερμοκρασιακή σταθερά η οποία εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας και μετάδοσης θερμότητας του Φ/B πλαισίου που κυμαίνεται μεταξύ $0,02^{\circ}C/(W/m^2)$ και $0,04^{\circ}C/(W/m^2)$



Σχήμα 4.6. Επίδραση θερμοκρασίας στην συμπεριφορά ενός Φ/Β στοιχείου.

Τελικά η αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του Φ/Β στοιχείου επηρεάζει αρνητικά την αποδιδόμενη μέγιστη ισχύ " N_{max} ".

Τέλος, ο βέλτιστος προσανατολισμός των Φ/Β πλαισίων για τις κυριότερες χρήσεις ο νότιος, νοτιοδυτικός, ενώ είναι σημαντικό να αποφεύγεται η σκίαση της επιφάνειας των Φ/Β από φυσικά ή τεχνικά εμπόδια.

Στην περίπτωση που υπάρχουν φυσικά ή τεχνικά εμπόδια τα οποία σκιάζουν τα Φ/Β, τότε είναι δυνατός ο υπολογισμός της γωνίας ύψους " γ " του εμποδίου προκειμένου στη συνέχεια να υπολογιστεί η μείωση λόγω σκίασης της ηλιακής ενέργειας που δέχεται η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση. Ο υπολογισμός προκύπτει από την διαφορά του ύψους τοποθέτησης των Φ/Β " h_1 " και του ύψους του αντικειμένου που προκαλεί την σκίαση " h_2 " το οποίο βρίσκεται σε απόσταση " d ".

$$\gamma = \arctan\left(\frac{h_2 - h_1}{d}\right) \quad [4.7]$$

4.5. Σύνδεση φωτοβολταϊκών στοιχείων

Επειδή το κάθε Φ/Β στοιχείο αποδίδει ισχύ μερικών μόνο Watt, τα οποία δεν είναι αρκετά για τις περισσότερες εφαρμογές, δημιουργούνται κατάλληλη συνδυασμοί Φ/Β στοιχείων ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις του φορτίου όσο αφορά την απαιτούμενη τάση, ισχύ ή ένταση ρεύματος. Με κατάλληλη συνδεσμολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων τοποθετημένα σε πλαίσιο δημιουργούν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο το οποίο είναι και το τελικό προϊόν που διατίθεται προς εγκατάσταση. Για την επίτευξη της τάσης και της απαιτούμενης ισχύος μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, τα πλαίσια συνδέονται σε συνδεσμολογίες εν σειρά και εν παραλλήλω. Στο σχήμα δίνονται οι βασικές συνδεσμολογίες Φ/Β στοιχείων.

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες (I-U) που αντιστοιχούν στις δύο βασικές διατάξεις σύνδεσης όμοιων Φ/Β στοιχείων. Για την εν παραλλήλω σύνδεση Φ/Β, η τάση "U" της ισοδύναμης συνδεσμολογίας προκύπτει ως μέση τιμή των τάσεων των "n" επιμέρους στοιχείων, ενώ η ένταση του ρεύματος "I" ως άθροισμα των αντίστοιχων ρευμάτων, δηλαδή :

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n} \quad [4.8] \quad , \quad I = \sum_{i=1}^n I_i \quad [4.9]$$

Αντίθετα στην σύνδεση εν σειρά δύο όμοιων Φ/Β, η ένταση παραμένει και ίση με την ελάχιστη της επιτρεπόμενης έντασης που διαρρέει κάθε στοιχείο της συνδεσμολογίας, ενώ η τάση των Φ/Β προστίθεται, οπότε

$$I = \min_{i=1}^n \{I_i\} \quad [4.10] \quad \text{και} \quad U = \sum_{i=1}^n U_i \quad [4.11]$$

Η ισχύς "N", που παράγεται από την σύνδεση των Φ/Β στοιχείων, είτε εν παραλλήλω είτε εν σειρά προκύπτει από το γινόμενο της ισοδύναμης έντασης επί την αντίστοιχη τάση της συνδεσμολογίας.

4.6. Εκτίμηση διαστάσεων φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Οι επιμέρους συνιστώσες μια Φ/Β μονάδας εξαρτώνται από το σκοπό που εξυπηρετεί η εγκατάσταση. Όταν ο σκοπός είναι η παραγωγή και διάθεση της ηλεκτρικής ενέργειας στο τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο (διασυνδεδεμένο σύστημα) τότε απαιτείται η χρήση ενός ή περισσότερων μετατροπέων συχνότητας προκειμένου η παραγόμενη ενέργεια της Φ/Β γεννήτριας να ικανοποιεί της προϋποθέσεις διασύνδεσης. Στην περίπτωση όπου το ζητούμενο για την εγκατάσταση είναι η κάλυψη ηλεκτρικών αναγκών αυτόνομου καταναλωτή η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση αποτελείται από την φωτοβολταϊκή γεννήτρια, τον ρυθμιστή φόρτισης, το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες) και τον μετατροπέα συχνότητας. Για τον αναλυτικό προσδιορισμό των διαστάσεων μιας Φ/Β γεννήτριας, η οποία χρησιμοποιείται για την κάλυψη γνωστών ενεργειακών απαιτήσεων "E₀" αυτόνομου καταναλωτή υπό δεδομένη τάση λειτουργίας "U₀", απαιτείται η γνώση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. "H_T") , καθώς και της μεταβολής της

θερμοκρασίας στην περιοχή εγκατάστασης, κατά την διάρκεια όλων των ωρών/ημερών του έτους. Ακολουθώντας με βάση της καμπύλες απόδοσης των Φ/Β πλαισίων και της συγκεκριμένες γωνίες τοποθέτησης τους (ανά εποχή του έτους), εκτιμάται το εμβαδόν των συλλεκτικών επιφανειών για την κάλυψη της ενεργειακής ζήτησης.

Πιο συγκεκριμένα, για κάθε μήνα ή ημέρα υπολογίζεται το πεδίο μεταβολής του αριθμού των απαιτούμενων Φ/Β πλαισίων "Z", ως:

$$Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max} \quad [4.12]$$

$$Z_{\min} = \frac{E_0 / (n_{cc} \cdot n_{INV} \cdot N_{K\Lambda\Lambda})}{(H_T \cdot n_{PV}) \cdot S_{\text{ΠΛΑΙΣΙΟΥ}} \cdot n_{8\Theta\text{EPM}} \cdot n_{K\Lambda\Theta\text{AP}} \cdot n_{\text{ΓHP}}} \quad [4.13]$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} / n^* \quad [4.14]$$

Όπου :

H_T : η μηνιαία ηλιακή ενέργεια (kWh/mo/m^2) στην περιοχή εγκατάστασης και σε γωνία τοποθέτησης των Φ/Β πλαισίων "β"

n_{cc} : η μέση μηνιαία απόδοση του ρυθμιστή φόρτισης (87%-93%)

n_{INV} : η μέση μηνιαία απόδοση του μετατροπέα συχνότητας (inverter) (90%-93%)

$n_{K\Lambda\Lambda}$: λαμβάνει υπόψη τις απώλειες των καλωδιώσεων μεταφοράς (96%-99%)

n_{PV} : η αναμενόμενη μέση μηνιαία ενεργειακή απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαισίων (8%-17%)

$n_{8\Theta\text{EPM}}$: λαμβάνει υπόψη την μεταβολή της απόδοσης των Φ/Β πλαισίων λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας λειτουργίας τους από τους 20°C , θερμοκρασία στην οποία οι κατασκευαστές παραθέτουν την καμπύλη απόδοσης των Φ/Β πλαισίων τους (85%-95%)

$n_{K\Lambda\Theta\text{AP}}$: λαμβάνει υπόψη την μεταβολή της απόδοσης των Φ/Β πλαισίων λόγω επικαθήσεων σκόνης κ.λ.π. (96%-99%)

$n_{\text{ΓHP}}$: λαμβάνει υπόψη την γήρανση των Φ/Β η οποία εκφράζεται συνήθως ως ποσοστό γήρανσης ανά έτος (90%-95%)

$S_{\text{ΠΛΑΙΣΙΟΥ}}$: το εμβαδόν του Φ/Β πλαισίου που συγκροτεί την γεννήτρια

n^* : η συνολική απόδοση του συστήματος αποθήκευσης και απόδοσης της αποθηκευμένης ενέργειας στο μετατροπέα συχνότητας

Για την πλήρη αυτονομία της εγκατάστασης επιλέγεται το πλήθος των πλαισίων "Z", το οποίο ικανοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες όλων των μηνών του έτους. Ακολουθώντας το συνολικό πλήθος των πλαισίων αναλύεται σε γινόμενο "Z₁xZ₂" εν παραλλήλω και εν σειρά συνδεδεμένων, καθώς :

$$Z = Z_1 \cdot Z_2 \quad [4.15]$$

$$Z_2 = U_0 / U_d \quad [4.16]$$

Όπου U_d η τάση λειτουργίας του κάθε Φ/Β πλαισίου.

Για την επιλογή των χαρακτηριστικών μεγεθών της συστοιχίας των συσσωρευτών, η χωρητικότητα τους εκτιμάται συναρτήσει της απαιτούμενης ενεργειακής αυτονομίας (π.χ. d_0 τυπικών ημερών), της τάσης λειτουργίας " $U_{\Sigma Y \Sigma}$ " και του μέγιστου επιτρεπτού βαθμού εκφόρτισης (DOD_L) των συσσωρευτών, οπότε :

$$Q_{\max} = \frac{d_0 \cdot (E_{\text{ΕΤΗΣΙΑ}}/8760)}{n_{db} \cdot DOD_L \cdot U_{\Sigma Y \Sigma}} \quad [4.17]$$

Όπου " n_{db} " ο βαθμός απόδοσης του κλάδου εκφόρτισης των συσσωρευτών, συμπεριλαμβανομένου του μετατροπέα συχνότητας και των αντίστοιχων καλωδιώσεων. Η τάση λειτουργίας των συσσωρευτών από την εμπειρία λαμβάνει τιμές ίσες με 12 V ή 24 V ή 48 V

Για την επιλογή του ρυθμιστή φόρτισης, η ονομαστική του ισχύς καθορίζεται μεγαλύτερη ή ίση με αυτή της Φ/Β γεννήτριας, ενώ οι τιμές τάσεων εισόδου και εξόδου αντιστοιχούν στην τιμή της τάσεως της Φ/Β γεννήτριας και της συστοιχίας των συσσωρευτών. Σε περιπτώσεις απαίτησης μεγάλης έντασης ηλεκτρικού ρεύματος επιλέγεται η λύση περισσότερων μονάδων συνδεδεμένων εν παραλλήλω.

Τέλος, η ονομαστική ισχύς του μετατροπέα συχνότητας καθορίζεται από την μέγιστη φορτίου της κατανάλωσης προσαυξημένη κατά ένα ποσοστό, ώστε να συνυπολογίζεται και η πιθανή αύξηση της ζήτησης στο επόμενο χρονικό διάστημα. Η απαιτούμενη τάση λειτουργίας των φορτίων της κατανάλωσης προσδιορίζει και την τάση εξόδου του μετατροπέα συχνότητας της εγκατάστασης.

Η εκτίμηση της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μιας Φ/Β εγκατάστασης υπολογίζεται ως εξής :

$$E_y = N_0 \cdot CF \cdot \Delta t \quad [4.18]$$

Όπου N_0 η ονομαστική ισχύς της Φ/Β εγκατάστασης, " CF " ο συντελεστής φόρτισης (Capacity Factor) της εγκατάστασης και Δt ο ώρες του έτους.

Ο συντελεστής φόρτισης της Φ/Β εγκατάστασης εξαρτάται από το ηλιακό δυναμικό της περιοχής εγκατάστασης καθώς επίσης και από τον τύπο των Φ/Β που χρησιμοποιούνται. Για την περιοχή της Ελλάδας ο μέσος ετήσιος συντελεστής φορτίου των Φ/Β εγκαταστάσεων κυμαίνεται μεταξύ 15-20%. Αντίστοιχα η αναμενόμενη ενεργειακή παραγωγή ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ ισχύος φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου από 1300 ÷ 1899 kWh ετησίως.

Η απαιτούμενη Φ/Β επιφάνεια για την δημιουργία μιας Φ/Β εγκατάστασης εξαρτάται από την απαιτούμενη ισχύ " N_0 " (σε kW) και το μέγιστο βαθμό απόδοσης " n " των πλαισίων που την συγκροτούν, και υπολογίζονται (m^2) για ένταση ακτινοβολίας 1kW και θερμοκρασία πλαισίου 25° C

$$A = N_0/n \quad [4.19]$$

4.7. Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στα κτήρια

Τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να ενσωματωθούν είτε στο έδαφος είτε πάνω στο κτήριο, ανάλογα με τον σχεδιασμό του κτηρίου, το είδος της οροφής και την διαθέσιμη επιφάνεια παραπλεύρως του κτηρίου. Ο σημαντικότερος παράγοντας για την εγκατάσταση του Φ/Β στο έδαφος είναι ο προσανατολισμός και η κλίση. Η μέγιστη ενεργειακή παραγωγή της εγκατάστασης επιτυγχάνεται όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα (γωνία πρόσπτωσης ίση με το μηδέν) στην επιφάνεια των Φ/Β. καθώς όμως η γωνία πρόσπτωσης μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της ημέρας αλλά και κατά την διάρκεια του έτους, μόνο με την εγκατάσταση ηλιακών ιχνηλατών (solar trackers) μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη ενεργειακή απόδοση ενός φωτοβολταϊκού. Κατά την επιλογή των πλαισίων στήριξης των Φ/Β θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι γεωγραφικές και η ατμοσφαιρικές συνθήκες της περιοχής όπως ριπές ανέμου, πλημμύρες καθώς επίσης και διάβρωση του εδάφους.

Η τοποθέτηση των Φ/Β στην οροφή των κτιρίων μπορεί να πραγματοποιηθεί σε βάσεις με κλίση ή σε επίπεδες βάσεις ή ακόμα και συνδυασμός των δύο. Η μέθοδος και ο τρόπος εγκατάστασης εξαρτάται από το εάν το κτήριο είναι υπάρχον ή υπό κατασκευή, καθώς επίσης και το είδος της οροφής (σκυρόδεμα, ξύλινη σκεπή, κεραμοσκεπή κ.λ.π).

Η εγκατάσταση Φ/Β στις επιφάνειες των κτιρίων περιορίζει τον απαιτούμενο χώρο εγκατάστασης των Φ/Β και συμβάλλει στην κάλυψη της ενεργειακής τους κατανάλωσης συμβάλλοντας στην δημιουργία κτηρίων μηδενικής ή σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

5. Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας

5.1. Γενικές αρχές και τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας [30,31]

Απαραίτητη προϋπόθεση για την υιοθέτηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτήρια (αλλά και σε νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα) και την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών είναι να έχει προηγηθεί ενεργειακή επιθεώρηση (ή μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου).

Στην ενεργειακή ανάλυση, που πραγματοποιείται μέσω του λογισμικού TEE – KENAK υπολογίζονται :

- Η θερμική και ψυκτική ενεργειακή απαίτηση (kWh/m^2), ανά μήνα και ανά χρήση (συνυπολογίζονται ηλιακά και εσωτερικά θερμικά κέρδη)
- Η ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m^2), ανά χρήση και ανά μορφή ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κλπ)
- Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m^2), ανά χρήση και αντίστοιχες εκπομπές CO_2 .

Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες από την ενεργειακή επιθεώρηση και έχοντας ποσοτικά προσδιορισμένη την (εκτιμώμενη) κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να οδηγηθεί ασφαλέστερα στις συστάσεις – προτάσεις του για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

5.1.1. Έννοια και περιεχόμενο της εξοικονόμησης ενέργειας.

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένας όρος που έχει δύο περιεχόμενα, συνδεδεμένα μεταξύ τους.

A. ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΚΟΠΙΑ (ενεργειακός ορισμός) η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να περιλαμβάνει :

- Χρησιμοποίηση κατάλληλης μορφής ενέργειας (ή και συστήματος μετατροπής ενέργειας). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η υποκατάσταση συμβατικών πηγών ενέργειας (κυρίως πετρελαίου) με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κυρίως ηλιακή και αιολική).
- Μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας τελικής χρήσης, αλλά χωρίς να συνοδεύεται αυτό με στέρηση ενέργειας ούτε με υποβάθμιση των παραγομένων προϊόντων ή των υπηρεσιών για τα οποία χρησιμοποιούνται. Πρόκειται δηλαδή για μείωση των απαιτήσεων για ενέργεια με αποφυγή σπατάλης, χωρίς να θίγεται το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα της χρήσης της ενέργειας.
- Βελτίωση του βαθμού απόδοσης στη χρήση ενέργειας, δηλαδή μείωση των πάσης φύσεως απωλειών ή του ενεργειακού περιεχομένου μιας παραγωγικής δραστηριότητας ή μιας υπηρεσίας κλπ.

Από ενεργειακή σκοπιά, εκείνο που ενδιαφέρει και μελετάται είναι η ενέργεια που μπορεί να εξοικονομηθεί προκειμένου να παραχθεί το ίδιο αποτέλεσμα. Δηλαδή η εξοικονόμηση ενέργειας υπολογίζεται καθαρά σε μονάδες ενέργειας (kWh, TPI κλπ), πρωτογενούς ή τελικής.

Προκειμένου για κτήρια η εξοικονόμηση ενέργειας εκφράζεται σε kWh ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας, ανά έτος.

B. Από οικονομική σκοπιά (οικονομικός ορισμός) η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να περιλαμβάνει :

- Μείωση του κόστους της ενέργειας ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας (σε κτήρια) ή ανά μονάδα μιας παραγωγικής δραστηριότητας ή μιας υπηρεσίας (στον τριτογενή τομέα)
- Υποκατάσταση της ενέργειας ως συντελεστή της παραγωγής (στον δευτερογενή και τριτογενή τομέα) από άλλους συντελεστές (εργασία, κεφάλαιο, έρευνα/τεχνολογία), ιδιαίτερα όταν το κόστος της ενέργειας είναι υψηλό ή έχει αυξητικές τάσεις.

Από οικονομική σκοπιά εκείνο που ενδιαφέρει και εξετάζεται είναι η συμμετοχή της ενέργειας στο συνολικό κόστος λειτουργίας ενός κτηρίου ή μιας παραγωγικής διαδικασίας. Επικρατούν δηλαδή οικονομικά κριτήρια, οπότε η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά και ανάγεται σε εξοικονόμηση χρημάτων.

Πάντως στην σημερινή πραγματικότητα, τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας περιέχουν και την ενεργειακή και την οικονομική παράμετρο. Έτσι, σε μια οποιαδήποτε δράση/επένδυση για εξοικονόμηση ενέργειας λαμβάνονται μεν υπόψη οι εξοικονομούμενες μονάδες ενέργειας αλλά και αυτές συναρτώνται και με σχετικά οικονομικά μεγέθη και η αξιολόγηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας γίνεται με βάση την συνολική οικονομική απόδοση των.

Σε αυτούς τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από παράγοντες, όπως το κόστος και η διάρκεια ζωής των συγκεκριμένων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, το κόστος συντήρησης ή αντικατάστασης μερών (αν υπάρχει), το κόστος του χρήματος (επιτόκια), τυχόν επιδοτήσεις ή επιχορηγήσεις, εργασιακές αμοιβές, φορολογικό καθεστώς κ.α.

Κυρίως πρέπει να υπολογιστεί το κόστος της χρησιμοποιούμενης (και εξοικονομούμενης) ενέργειας. Το κόστος αυτό μπορεί να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά απαιτείται ιδιαίτερη ΠΡΟΣΟΧΗ, αφού εξαρτάται από την τιμολογιακή πολιτική των αντίστοιχων προμηθευτών ενέργειας. Επομένως, η μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια, δεν σημαίνει πάντοτε αναλογική εξοικονόμηση χρημάτων.

Ωστόσο σε ένα πρόβλημα εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες όπως π.χ. το όφελος στην εθνική οικονομία, η αξιοποίηση ντόπιων πηγών ενέργειας, η αύξηση της απασχόλησης, η προώθηση καινοτομιών κλπ. Η βαρύτητα καθενός από τους παραπάνω παράγοντες μπορεί να επηρεάσει τελικά την απόφαση αν είναι « συμφέρουσα » μια συγκεκριμένη επέμβαση για την εξοικονόμηση ενέργειας ή όχι.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ιεραρχήσει τα προτεινόμενα μέτρα/ επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε σχέση με τον λόγο « κόστος/όφελος» που συνεπάγεται.

Επειδή συνήθως, οι οικονομικοί υπολογισμοί γίνονται με τιμές κόστους τελικής ενέργειας (ηλεκτρισμός, καύσιμα κλπ), η εξοικονομούμενη ενέργεια πρέπει να αφορά επίσης τελική ενέργεια.

5.1.2. Προτεραιότητες μέτρων και επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

Σε οποιοδήποτε κτήριο υπάρχει η πρόθεση για εφαρμογή μεμονωμένων ή συνδυασμένων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας, καλό θα είναι να ακολουθηθούν οι παρακάτω γενικές αρχές, που σχετίζονται με τις προτεραιότητες των μέτρων που θα ληφθούν και των επεμβάσεων που θα υλοποιηθούν.

5.1.2.1. Ελαχιστοποίηση της ενεργειακής ζήτησης του κτηρίου.

Πρώτος στόχος είναι να μειωθούν, στο επίπεδο που είναι τεχνικοοικονομικά εφικτό και σκόπιμο, οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου και των εγκαταστάσεων του.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με :

- Βελτίωση της θερμομόνωσης του κτηριακού κελύφους (σε μερικά ή σε όλα τα δομικά στοιχεία, αλλά και μείωση της επίδρασης των θερμογεφυρών, αποτελεσματικότερη σκίαση κλπ).
- Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων, που συμβάλλουν στην μείωση των απαιτήσεων θέρμανσης.
- Μείωση των κάθε είδους απωλειών, μεταξύ των οποίων οι πρόσθετες απώλειες λόγω αερισμού, οι απώλειες μεταφοράς και διανομής της ενέργειας εντός του κτηρίου κλπ.

5.1.2.2. Εκμετάλλευση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

Η ενσωμάτωση και η χρήση ΑΠΕ δεν αποτελεί επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας με την στενή έννοια, αλλά με την έννοια της υποκατάστασης συμβατικών μορφών ενέργειας. Έτσι το επόμενο βήμα είναι να εξεταστούν οι δυνατότητες ενσωμάτωσης συστημάτων ΑΠΕ σε υφιστάμενο αλλά, κυρίως, σε νέο (ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτήριο). Οι τεχνικοοικονομικοί περιορισμοί σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι περισσότεροι, αλλά πολλές φορές είναι εφικτές και συμφέρουσες οι επεμβάσεις που αποσκοπούν σε εκμετάλλευση ΑΠΕ.

Ανάλογα με το είδος του κτηρίου, μπορούν να ενσωματωθούν :

ΑΠΕ για παραγωγή θερμικής ενέργειας :

- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα με συλλέκτες διαφόρων τύπων.
- Γεωθερμικά συστήματα χαμηλής ενθαλπίας κλειστού ή ανοιχτού κυκλώματος, καθώς και συστήματα αβαθούς γεωθερμίας με την χρήση αντλιών θερμότητας.
- Συστήματα καύσης βιομάζας (η κατανάλωση βιομάζας προσμετράτε στην ετήσια κατανάλωση ενέργειας, αλλά με συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια 1,00)

ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας :

- Φωτοβολταϊκά συστήματα
- Μικρής ισχύος ανεμογεννήτριες (Α/Γ)
- Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)

5.1.2.3. Αποδοτική ορθολογική χρήση της ενέργειας :

Σε τρίτο επίπεδο μπορούν να εφαρμοστούν αρκετά μέτρα που θα αποσκοπούν στην αποδοτική χρήση της παρεχόμενης στο κτήριο ενέργειας, κυρίως όσον αφορά τις εγκαταστάσεις του. Οι αντίστοιχες επεμβάσεις θα πρέπει να μην εξαρτώνται, κατά το δυνατόν, από την συμπεριφορά των χρηστών (παρά το ότι αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ορθολογική χρήση της ενέργειας). Μέτρα και παρεμβάσεις που βοηθούν σ' αυτή την κατεύθυνση, μπορεί να είναι τα παρακάτω (αν και ορισμένα μέτρα σχετίζονται και με την μείωση της ενεργειακής ζήτησης).

- Εξέταση για πιθανή αλλαγή μορφής τελικής ενέργειας (π.χ. υποκατάσταση ηλεκτρισμού με καύσιμο ή και αντίστροφα)
- Συστήματα και συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης,
- Αναβάθμιση συστημάτων παραγωγής θέρμανσης – ψύξης
- Βελτίωση δικτύων μεταφοράς – διανομής ενέργειας ή και των τερματικών συσκευών
- Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας (κυρίως σε συστήματα αερισμού)
- Βελτιωμένα συστήματα αυτοματισμών

5.2. Επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση κτιρίων από τον σχεδιασμό & διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων [30,31]

Η ποικιλία των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχουν και των μέτρων και των τεχνολογιών που μπορούν να εφαρμοστούν είναι, σήμερα, πολύ μεγάλη. Έτσι, τόσο στην φάση του σχεδιασμού όσο και κατά την επιλογή του μεγέθους επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις του κτηρίου, θα πρέπει ο ενεργειακός επιθεωρητής να αξιολογήσει, ποιοτικά και ποσοτικά, τις επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Σε γενικές γραμμές όλες οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, με την κατάλληλη εφαρμογή τους, επιτυγχάνουν βελτίωση του βαθμού απόδοσης των ενεργειακών διαδικασιών, με άμεσα αποτελέσματα.

α) μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων για την ίδια κατανάλωση τελικής ενέργειας.

β) μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος (των εκπομπών CO₂ και άλλων ρύπων)

παράλληλα προκύπτουν και οφέλη: λειτουργικά (βελτίωση των επίπεδων άνεσης των ενοίκων, της ενεργειακής ασφάλειας του κτηρίου κ.α.) και οικονομικά (μείωση των λειτουργικών εξόδων για θέρμανση, δροσισμό/ κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού), πάντα όμως σε σχέση με το κόστος εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών.

Ιδιαίτερα οι ΑΠΕ έχουν επιπλέον πλεονεκτήματα ότι εκμεταλλεύονται μη εξαντλήσιμους (κυρίως) εγχώριους πόρους και, επομένως, μπορούν να συμβάλλουν, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, στην ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση του κτηρίου. Αυτή η παράμετρος μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τόσο την αρχική απόφαση για την ενσωμάτωση κάποιας τεχνολογίας ΑΠΕ, όσο και την διαστασιολόγηση του αντίστοιχου συστήματος.

5.2.1. Παράμετροι σχεδιασμού και διαστασιολόγησης Η/Μ εγκαταστάσεων που σχετίζονται με επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτήριο.

Κατά την φάση του σχεδιασμού και της διαστασιολόγησης επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις, παίζουν σπουδαίο ρόλο μια σειρά από παραμέτρους, που είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη προκειμένου αυτές να καταστούν, κατά το δυνατόν, αποτελεσματικές και ενεργειακά αποδοτικές, αλλά και οικονομικά ελκυστικές.

- ❑ Το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτηρίου ή κάθε θερμικής ζώνης, ανάλογα με την γενική ή ειδική χρήση τους. Από το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου, καθορίζεται – σε σημαντικό βαθμό – και ο συνολικός χρόνος αξιοποίησης μιας επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας κατά την διάρκεια του έτους. Είναι διαφορετικό το ενεργειακό (και οικονομικό) όφελος που θα προκύψει π.χ. από την βελτίωση της θερμομόνωσης ενός δικτύου σωληνώσεων νερού, αν αυτό χρησιμοποιείται μόνο για θέρμανση ή μόνο για ψύξη ή και για τα δύο.
- ❑ Οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες του κτηρίου ή κάθε θερμικής ζώνης, δηλαδή η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του εσωτερικού αέρα, κατά την περίοδο της θέρμανσης και ψύξης. Τυχόν υπάρχουσες μετρήσεις ή καταγραφές σχετικές με τις πραγματικά επικρατούσες συνθήκες κατά την παρούσα λειτουργία του κτηρίου, είναι πολύ χρήσιμες, γιατί μπορούν να ληφθούν υπόψη στον καθορισμό του είδους αλλά και του μεγέθους της όποιας επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να επιτυγχάνεται θερμική άνεση χωρίς σπατάλη ενέργειας.
- ❑ Ο απαιτούμενος αερισμός των χώρων (παροχή νωπού αέρα). Πρέπει να σταθμίζεται προσεκτικά, καθώς αποτελεί (ειδικά σε κτήρια του τριτογενή τομέα) σημαντική συνιστώσα στο θερμικό και ψυκτικό φορτίο και μπορεί να οδηγήσει σε υπερ-κατανάλωση ενέργειας, τόσο τον χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Ο υπολογισμός της παροχής νωπού αέρα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010, ώστε να εξασφαλίζονται οι συνθήκες υγιεινής για τους χρήστες, αλλά με την ελάχιστη ανανέωση αέρα, βάσει του όγκου και της χρήσης του κτηρίου. Σε υπάρχον κτήριο, η γνώση (με αξιόπιστες μετρήσεις) της υφιστάμενης παροχής νωπού αέρα, είναι ιδιαίτερος χρήσιμη, γιατί θα οδηγήσει στο αν χρειάζεται μείωση ή αύξηση της και να επηρεάσει έτσι την αναμενόμενη ενεργειακή εκτίμηση.
- ❑ Η επιθυμητή στάθμη φωτισμού : ο φωτισμός μπορεί να έχει σημαντική συνεισφορά στην κατανάλωση ενέργειας, ειδικά σε κτήρια του τριτογενή τομέα (όπου κα μόνο εξετάζεται). Στην TOTEE 20701-1/2010 δίνονται τα συνιστώμενα μέσα ελάχιστα επίπεδα φωτισμού (lx) ανά χρήση χώρου. Αυτή η ελάχιστη μέση τάση φωτισμού θα πρέπει να επιτυγχάνεται με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης αλλά και των κατάλληλων φωτιστικών, σε συνδυασμό με αποδοτική χρήση του φυσικού φωτισμού, θα είναι από τις βασικές επιλογές σε μία προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Είναι βέβαια προφανές

ότι σχετικές μετρήσεις στάθμης φωτισμού (με λουξόμετρο), αποτελούν, συμβατικό δεδομένο για την σωστή κατεύθυνση/ απόφαση σχεδιασμού και διαστασιολόγησης ενός νέου συστήματος φωτισμού ή πιθανόν της διατήρησης του υφιστάμενου.

- Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από χρήστες και συσκευές : μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις κτηρίων να είναι αξιόλογα και συμμετέχουν στην εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης (κυρίως το καλοκαίρι). Συνήθως, όμως, δεν επηρεάζουν σημαντικά τον σχεδιασμό και την διαστασιολόγηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Ετεροχρονισμοί –Προτεραιότητες λειτουργίας : σε κάθε περίπτωση λήψης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και σχεδιασμού των αντίστοιχων επεμβάσεων, ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνετε πολύ προσεκτικά υπόψη είναι ο ετεροχρονισμός λειτουργίας διαφόρων συστημάτων (φωτισμού ή αερισμού κλπ) ή διαφόρων συσκευών και παρουσίας ατόμων σε διάφορους χώρους του κτηρίου (πχ συσκευές σε μαγειρεία, μη ταυτόχρονη παρουσία σε χώρους ξενοδοχείου). Σημαντικές μπορεί να είναι, κυρίως σε επίπεδο σχεδιασμού, οι ανάγκες προτεραιότητες λειτουργίας ή και αλληλουχίες διαφόρων Η/Μ συστημάτων, ανάλογα με την χρήση του κτηρίου (π.χ. η προτεραιότητα λειτουργίας του ηλιακού συστήματος έναντι της λειτουργίας λέβητα κ.α)

5.3. Συστήματα παραγωγής θερμότητας – ψύξη υψηλής απόδοσης – τεχνολογίες, απόδοσεις – κριτήριο επιλογής συστημάτων [31,32]

5.3.1. Γενικά ενεργειακά χαρακτηριστικά συστημάτων Θ-Ψ-Κ υψηλής απόδοσης

Τα συστήματα κλιματισμού, σχετικά σύγχρονης τεχνολογίας, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον από πλευράς εξοικονόμησης ενέργειας, συγκεντρώνουν, εν όλων ή εν μέρει, τα εξής γενικά χαρακτηριστικά :

- Έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζονται σε ικανοποιητικό βαθμό και γρήγορα στις απαιτήσεις μειωμένου (ψυκτικού ή θερμικού) φορτίου, καταναλώνοντας μειωμένη ενέργεια.
- Μπορούν να λειτουργούν με σημαντική ευελιξία/ αυτονομία, ώστε να επιτυγχάνεται καλή ρύθμιση των συνθηκών στους χώρους κατά θερμικές ζώνες ή και μεμονωμένα.
- Ενσωματώνουν και αξιοποιούν αποτελεσματικά τις δυνατότητες των σύγχρονων αυτοματισμών
- Τα επιμέρους συστατικά τους (μηχανήματα, συσκευές, εξαρτήματα κλπ) είναι πολύ καλής ενεργειακής συμπεριφοράς και – στις περισσότερες περιπτώσεις – διαθέτουν αντίστοιχη πιστοποίηση.

5.3.2. Συστήματα θέρμανσης υψηλής απόδοσης

Λέβητες συμπύκνωσης : Η τεχνολογία των λέβητων συμπύκνωσης βασίζεται στο ότι εκμεταλλεύονται μεγαλύτερο ποσοστό της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων σε σχέση με τους συμβατικούς λέβητες. Οι παραγόμενοι κατά την καύση οποιουδήποτε καυσίμου υδρατμοί στους συνήθεις λέβητες, απομακρύνονται με τα καυσαέρια. Η συμπύκνωση μέρους αυτών μπορεί να αποδώσει επιπλέον εκμεταλλεύσιμη θερμότητα, την λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης. Επομένως θα προκύψει αύξηση στην απόδοση του συστήματος λέβητα – καυστήρα κατά 6-9% (εκατοστιαίες μονάδες) δηλαδή έως και 11% συγκριτικά με ένα συμβατικό λέβητα. Αυτή η καλή απόδοση διατηρείται και όταν λειτουργούν υπό μερικό φορτίο. Είναι κατάλληλη για όλα τα όλα τα συστήματα θέρμανσης με θερμοκρασία νερού έως 85° C, αλλά και ιδανική για συστήματα χαμηλών θερμοκρασιών (55/45° C).

Στους λέβητες συμπύκνωσης υπάρχουν δύο φάσεις συλλογής θερμότητας. Η πρώτη φάση είναι όπως ενός συμβατικού λέβητα κατά την οποία συλλέγεται η αισθητή θερμότητα από τα καυσαέρια. Στην δεύτερη φάση, σε ένα δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας συλλέγεται η λανθάνουσα θερμότητα από την συμπύκνωση των υδρατμών. Κατά την φάση αυτή, πρέπει η θερμοκρασία της επιφάνειας του εναλλάκτη να μην πέσει κάτω από το σημείο δρόσου των λοιπών συστατικών του καυσαερίου.

Επειδή ο ονομαστικός βαθμός απόδοσης ενός λέβητα υπολογίζεται βάση της Κατώτερης θερμογόνου δύναμης του καυσίμου, χωρίς δηλαδή να συνυπολογίζεται η ενέργεια που θα μπορούσε να εξαχθεί από την ψύξη και συμπύκνωση των καυσαερίων, ενώ αυτό επιτυγχάνεται σε σημαντικό βαθμό από τους λέβητες συμπύκνωσης με ελεγχόμενη παροχή οξυγόνου μέσω ηλεκτρονικά μεταβαλλόμενων στροφών του ανεμιστήρα, έχουν « συμβατικό » βαθμό απόδοσης έως και 108%.

Συστήματα θέρμανσης για αντιμετώπιση μερικών φορτίων : Επειδή η εγκατάσταση θέρμανσης λειτουργεί επί αρκετό χρονικό διάστημα σε συνθήκες μειωμένου φορτίου, είναι σημαντικό από πλευράς εξοικονόμησης ενέργειας να προσφέρεται κάθε φορά μόνο η απαραίτητη θερμική ισχύς. Πέραν των αυτοματισμών που μπορούν να επιτύχουν κάτι τέτοιο υπάρχουν και τεχνολογίες που μπορούν να υιοθετηθούν στην φάση του σχεδιασμού της εγκατάστασης, όπως :

- Λέβητες με διβάθμιους καυστήρες (0-χαμηλή-πλήρης παροχή)
- Λέβητες με καυστήρες μεταβλητού ρυθμού καύσης (15% - 100%)
- Κατανομή του φορτίου σε περισσότερους (μικρότερους) λέβητες.

5.3.3. Συστήματα ψύξης – κλιματισμού υψηλής απόδοσης

Τόσο το επίπεδο εξοπλισμού παραγωγής ψύξης, όσο και συστημάτων διανομής, αλλά και σχεδιασμού των θερματικών συσκευών, η εξέλιξη είναι αλματώδης. Η γενίκευση της χρήσης των νέων (οικολογικών – HFC) ψυκτικών ρευστών, συνδυάστηκε με σημαντική βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των ψυκτικών συσκευών, ενώ η αξιοποίηση των αυτοματισμών και της ψηφιακής τεχνολογίας δημιούργησε μια τεράστια ποικιλία συστημάτων, έτσι ώστε ο μηχανικός και χρήστης να μπορεί να επιλέξει το πλέον κατάλληλο, οικονομικό και λειτουργικά αποδοτικό για τις ανάγκες του.

Ψυκτικά συγκροτήματα για αντιμετώπιση μερικών φορτίων :

Και η ψυκτική – κλιματιστική εγκατάσταση λειτουργεί, όπως η θέρμανση, επί αρκετό διάστημα σε συνθήκες μειωμένου φορτίου, οπότε πρέπει να εξασφαλιστεί η αποδοτική λειτουργία της και σ' αυτές τις συνθήκες. Τα συστήματα αυτοματισμού τόσο στην όλη εγκατάσταση όσο και στο ίδιο το ψυκτικό συγκρότημα βοηθούν σ' αυτή την κατεύθυνση. Ωστόσο, η πρόβλεψη εγκατάστασης κατάλληλων ψυκτικών συγκροτημάτων είναι πολύ αποτελεσματική, όπως :

- Ψύκτες πολλαπλών συμπιεστών
- Ψύκτες με έναν συμπιεστή μεταβλητής ταχύτητας ή με βαθμίδες αποφόρτησης
- Κατανομή του φορτίου σε περισσότερου (μικρότερους) ψύκτες.

5.3.3.1. Η ενεργειακή κατάταξη των συσκευών ψύξης – κλιματισμού

Η τάξη ενεργειακής απόδοσης των οικιακών κλιματιστικών συσκευών ψύξης – θέρμανσης καθορίζεται στην Υ.Α Δ6/Β οικ.3155 (ΦΕΚ 266Β/2003), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2002/31/ΕΚ.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Δεν εφαρμόζεται σε συσκευές που είναι δυνατόν να καταναλώνουν ενέργεια από άλλες πηγές, σε συσκευές αέρα-νερού και σε μονάδες με ισχύ εξόδου (ψυκτική ισχύς) > 12 kW.

Αξιολογούνται τα δύο κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά, που σχετίζονται με την ενεργειακή κατανάλωση, όπως παρουσιάζονται στους πίνακες 5.3.1

- EER (Energy Efficiency Ratio) : « βαθμός ενεργειακής απόδοσης» ή « Δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας»

Πίνακας 5.3.1. κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κλιματιστικών – λειτουργία ψύξης (EER)

| Τάξη ενεργειακής απόδοσης | Αερόψυκτες συσκευές Όρια κατηγορίας | | | Υδρόψυκτες συσκευές Όρια κατηγορίας | |
|---------------------------|--|--|--------------------|--|--|
| | Βαθμός ενεργειακής απόδοσης (EER) της συσκευής κατά την λειτουργία ψύξης υπό πλήρες φορτίο σύμφωνα με μεθόδους δοκιμών που καθορίζονται στα εναρμονισμένα πρότυπα (μέτρικες συνθήκες T1) | Διαιρούμενες και πολυδιαιρούμενες συσκευές | Συσκευές μονομπλόκ | Συσκευές μονού αεραγωγού | Διαιρούμενες και πολυδιαιρούμενες συσκευές |
| A | EER>3,2 | EER>3,00 | EER>2,6 | EER>3,6 | EER>4,40 |
| B | 3,2>EER>3,00 | 3,0 >EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 |
| C | 3,00>EER>2,80 | 2,8>EER>2,6 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 |
| D | 2,80>EER>2,60 | 2,6 >EER>2,4 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 |
| E | 2,60 >EER>2,40 | 2,4>EER>2,2 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 |
| F | 2,40 >EER>2,20 | 2,2>EER>2,0 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 |
| G | 2,2>EER> | 2,0>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 | 3,2>EER>2,8 |

- COP (Coefficient of Performance) : « Συντελεστής ενεργειακής απόδοσης» ή « Συντελεστής επίδοσης»

5.3.3.2. Ολοκληρωμένα συστήματα κλιματισμού υψηλής απόδοσης

Πολλά σύγχρονα συστήματα κλιματισμού παρουσιάζουν υψηλή ενεργειακή απόδοση, επειδή αξιοποιούν, λίγο ή πολύ Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως θα αναπτυχθεί στις επόμενες ενότητες.

Εδώ αναφέρονται μόνο τρία συστήματα, χωρίς χρήση ΑΠΕ, των οποίων οι τεχνολογίες είναι άμεσα διαθέσιμες. Μπορούν να εφαρμοστούν σε εγκαταστάσεις Θ-Ψ-Κ κτηρίων, στα οποία υπάρχουν χώροι ή ομάδες χώρων (ζώνες) με ψυκτικά (ή θερμικά) φορτία που είναι διαφοροποιημένα τόσο ως προς το μέγεθος τους όσο και ως προς την ώρα εμφάνισης του μέγιστού. Έτσι, υπάρχει η ανάγκη αφ' ενός αυτόνομης, κατά χώρο ή ζώνη, λειτουργίας και αφ' ετέρου να αντιμετωπίζονται οι σημαντικές μεταβολές στο ψυκτικό (ή θερμικό) φορτίο κατά την διάρκεια της ημέρας.

Γι' αυτό και η ύπαρξη ενός τέτοιου συστήματος «πριμοδοτείται» ενεργειακά και είναι ένας από τους παράγοντες που θα οδηγήσουν στην κατάταξη των διατάξεων αυτόματου ελέγχου στην κατηγορία Α. Υπάρχει δυνατότητα συνεργασίας των αυτοματισμών της εγκατάστασης με (υφιστάμενο ή μελλοντικό) σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτηρίου (BEMS).

Και στα τρία αυτά συστήματα, η εγκατεστημένη ψυκτική ή (θερμική) ισχύς στο κτήριο αλλά και η ισχύς των υπόλοιπων συσκευών (ανεμιστήρων, αντλιών κλπ), προκύπτουν μικρότερα σε σχέση με αντίστοιχα συμβατικά συστήματα Θ-Ψ-Κ, λόγω ετεροχρονισμού φορτίων αλλά και χρήσης των χώρων.

- **Συστήματα μεταβαλλόμενης παροχής αέρα (ΜΠΑ Ή VAV)**

Οι αρχές λειτουργίας και ο βασικός εξοπλισμός αναφέρετε στην TOTEE 2423/86, παραγρ. 406.4.

Κάθε ζώνη τροφοδοτείται με αέρα μέσω ενός κεντρικού αυτόματου διαφράγματος ρύθμισης της παροχής, ελέγχεται βασικά από ένα θερμοστάτη ζώνης. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να

εξασφαλίζεται ο απαιτούμενος αερισμός αλλά και η απαραίτητα κίνηση αέρα στους χώρους, για την περίπτωση ελαχιστοποιημένης παροχής αέρα.

Ένα σύστημα ΜΠΑ κυρίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις μεσαίας ή μεγάλης ισχύος, αλλά χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις ακριβούς ρύθμισης της υγρασίας κατά την χειμερινή περίοδο.

Απαιτούνται, βέβαια, ενσωματωμένα συστήματα αυτοματισμού για τον έλεγχο των συνθηκών χώρου, μέσω της μεταβλητής παροχής αέρα, την επίτευξη αυτόνομης λειτουργίας κατά την «ζώνη» ή κατά χώρο, την εξασφάλιση του αναγκαίου νωπού αέρα κατά χώρο κλπ.

Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται 10% έως 20%, εξαρτώμενη από τις ειδικές συνθήκες σχεδιασμού και λειτουργίας της εγκατάστασης καθώς και των δυνατοτήτων του ίδιου του συστήματος ΜΠΑ, σε σχέση με συμβατικό σύστημα σταθερής παροχής αέρα. Η χρήση στις ΚΚΜ ανεμιστήρων μεταβλητού αριθμού στροφών, με χρήση μετατροπέων συχνότητας (inverter) συμβάλλει σε καλύτερη και ακόμη οικονομικότερη λειτουργία.

▪ **Συστήματα μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (ΜΟΨ ή VRV ή VRF)**

Το σύστημα ΜΟΨ είναι ένα πολυδιαιρούμενο σύστημα αντλίας θερμότητας, στο οποίο σε μια μονάδα εξωτ. Χώρου συνδέονται πολλές εσωτερικές μονάδες για τον κλιματισμό των χώρων, μέσω δικτύου σωληνώσεων ψυκτικού μέσου, έστω να επιτυγχάνεται πλήρως αυτόνομη λειτουργία καθεμίας. Η μονάδα εξωτερικού χώρου διαθέτει συμπιεστή μεταβλητού αριθμού στροφών, μέσω μετατροπέα συχνότητας (inverter), που απορροφά ηλεκτρική ισχύ σχεδόν ανάλογα με τις απαιτήσεις του ψυκτική ή θερμικού φορτίου.

Το σύστημα ΜΟΨ κυρίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις μικρής και μεσαίας ισχύος, αλλά χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις ακριβούς ρύθμισης της υγρασίας κατά την χειμερινή περίοδο.

Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται από το 20% έως 40%, εξαρτώμενη από τις ειδικές συνθήκες σχεδιασμού και λειτουργίας της εγκατάστασης καθώς και των δυνατοτήτων του ίδιου του συστήματος ΜΟΨ θα έχει δυνατότητα ταυτόχρονης ψύξης ή θέρμανσης σε διαφορετικούς χώρους.

Το σύστημα με 3 σωλήνες κυκλοφορίας του ψυκτικού μέσου, έχει δυνατότητα ταυτόχρονης ψύξης ή θέρμανσης σε διαφορετικούς χώρους.

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών και θερμαντικών αποδόσεων θα πρέπει να υπολογίζονται και να λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές διόρθωσης που σχετίζονται με το ισοδύναμο μήκος των ψυκτικών σωληνώσεων μεταξύ των μονάδων εξωτερικού χώρου και εσωτερικού χώρου. Για την θερμαντική απόδοση να υπολογίζεται και ο συντελεστής διόρθωσης λόγω αποπάγωσης του εξωτερικού στοιχείου.

▪ **Πολυζωνικά συστήματα νερού (ΠΟΣΝ)**

Συγκροτείται έτσι ώστε οι εσωτερικές μονάδες των χώρων να τροφοδοτούνται από ένα πρωτεύον κύκλωμα νερού (ψυχρού ή θερμού), με ανεξάρτητους μικρούς κυκλοφορητές.

Η λειτουργία των κυκλοφορητών ελέγχεται από χειριστήριο στον αντίστοιχο χώρο, ώστε να επιτυγχάνεται πλήρως αυτόνομη λειτουργία κάθε μίας εσωτερικής μονάδας.

Το σύστημα ΠΟΣΝ μπορεί να εφαρμοστεί σε εγκαταστάσεις μικρής ή μεσαίας ισχύος, σε κτήρια με ανεξάρτητους χώρους (ή ιδιοκτησίες), όπου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί συμβατικό σύστημα ψύξης – θέρμανσης με νερό και Τοπικές Μονάδες Ανεμιστήρα – Στοιχείου (Τ.Μ.Α.Σ.)

Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται από 8% έως 15% , εξαρτώμενη κυρίως από τις συνθήκες χρήσης της εγκατάστασης, δηλαδή του βαθμού ανεξαρτησίας λειτουργίας που θα εμφανιστεί, σε σχέση με απλό σύστημα κλιματισμού με νερό και ΤΜΑΣ.

Θα πρέπει να εξασφαλιστεί η διέλευση των σωληνώσεων, που θα έχουν μικρές σχετικά διατομές, αλλά θα είναι εκτεταμένου μήκους. Επίσης των ηλεκτρικών γραμμών τροφοδοσίας και αυτοματισμών και των σωληνώσεων αποχέτευσης συμπυκνωμάτων.

Το σύστημα δεν έχει δυνατότητα ταυτόχρονης ψύξης ή θέρμανσης σε διαφορετικούς χώρους. Απαιτείται προσεκτικός υπολογισμός των υδραυλικών κυκλωμάτων και ειδικά της αντλίας του πρωτεύοντος κυκλώματος, σε σχέση με τα όρια παροχών νερού στο ψυκτικό συγκρότημα και τις θερμοκρασίες λειτουργίας του.

5.3.4. Εναλλακτικά συστήματα Ψύξης – Κλιματισμού [32,31]

5.3.4.1. Εξατμιστική ψύξη

Βασίζεται στη δυνατότητα του αέρα (που δεν βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού), όταν έλθει σε επαφή με μια υγρή επιφάνεια, να εξατμίζει μικρή ποσότητα του νερού, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του νερού να είναι υψηλότερη από το σημείο δρόσου του αέρα. Η απαιτούμενη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού προσφέρεται (μερικώς) και από τον αέρα, του οποίου έτσι η θερμοκρασία μειώνεται. Ταυτόχρονα όμως, το περιεχόμενο υγρασίας του αέρα αυξάνεται.

▪ Άμεση εξατμιστική ψύξη

Ο αέρας έρχεται σε επαφή με υγρή επιφάνεια ή με ψεκαζόμενο νερό, οπότε ψύχεται και υγραίνεται και προσάγεται στο χώρο για παραλαβή ψυκτικού φορτίου. Η άμεση εξατμιστική ψύξη μπορεί να εφαρμοστεί, για συνήθη κλιματισμό (επίτευξη άνεσης) κατοικιών ή κτηρίων τριτογενούς τομέα, μόνο σε θερμά ή ξηρά κλίματα.

▪ Συνδυασμένα συστήματα εξατμιστικής ψύξης

Συστήματα άμεσης – έμμεσης εξατμιστικής ψύξης μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους (πολυβάθμια) ώστε να επιτευχθεί μια αξιοσημείωτη μείωση θερμοκρασίας χωρίς υπερβολική αύξηση της υγρασίας. Αλλά μπορούν να συνδυαστούν και με συμβατικά συστήματα ψύξης – κλιματισμού, ώστε να βελτιώνεται η συνολική ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης. Πχ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προ-ψυχθεί ο απαιτούμενος νωπός αέρας πριν εισέλθει σε μια κλιματιστική συσκευή.

5.3.4.2. Ψύξη αφύγρανσης (με υγροσκοπικά υλικά)

Όταν στον χώρο υπάρχουν υψηλά λανθάνοντα φορτία ή επιβάλλεται η σχετική υγρασία του να είναι κάτω από 50%, η επιπλέον υγρασία από τον χώρο μπορεί να αφαιρεθεί είτε με σύστημα μεταθέρμανσης (που είναι αποτελεσματική και εύκολη μέθοδος, αλλά εξαιρετικά ενεργοβόρα) είτε να απορροφηθεί /προσροφηθεί από υγροσκοπικά υλικά (desiccants). Ο κύκλος αφύγρανσης εν συντομία :

1. Αφύγρανση του αέρα : το υλικό αφύγρανσης «γεμίζει» με υδρατμούς (και θερμαίνεται λίγο)
2. Αναγέννηση του υλικού αφύγρανσης : η υγρασία που έχει απορροφηθεί αποβάλλεται στο περιβάλλον, με θέρμανση του υλικού
3. Ψύξη του υλικού : με οποιοδήποτε τρόπο, ώστε να είναι ικανό να απορροφήσει ξανά υγρασία.

Η ψύξη αφύγρανσης μπορεί να χρησιμοποιείται βοηθητικά, ιδιαίτερα αν διατίθεται φθηνή θερμική ενέργεια σε σχέση με την ηλεκτρική που θα καταναλώνεται για «βαθεία» ψύξη και μεταθέρμανση.

5.3.4.3. Εξοικονομητές νερού

Είναι συστήματα με τα οποία ο αέρας προσαγωγής ψύχεται έμμεσα με νερό το οποίο βρίσκεται διαθέσιμο ή φτάνει σε χαμηλή θερμοκρασία, χωρίς μηχανική ψύξη. Έτσι σε ενδιάμεσες εποχές, είναι δυνατή η κάλυψη των μειωμένων φορτίων, με ενεργειακά αποδοτικό τρόπο. Το νερό μπορεί:

- Να είναι διαθέσιμο από φυσικές πηγές (λίμνες, ποτάμια κλπ) και να κυκλοφορεί στο σύστημα
- Να (επανα)ψύχεται μόνο με την χρήση πύργων ψύξης και να κυκλοφορεί στο 5,σύστημα, σε χωριστό εναλλάκτη. (όταν η θερμοκρασία εξόδου του νερού από τον πύργο ψύξης είναι μικρότερη από την θερμοκρασία εισόδου του αέρα στο ψυκτικό στοιχείο, μια βαλβίδα ελέγχου επιτρέπει την ροή του μέσω εξοικονομητη)
- Να προ-ψύχει αέρα, ο οποίος στη συνέχεια ψύχεται με το συμβατικό ψυκτικό στοιχείο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Το διαθέσιμο σε χαμηλή θερμοκρασία νερό είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται για μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης του ψύκτη, οπότε βελτιώνεται πολύ το EER του ψύκτη, με την προϋπόθεση ότι θα είναι κατασκευασμένος για τέτοια λειτουργία.

5.4. Ανάκτηση θερμότητας – Ενθαλπίας σε εγκαταστάσεις μηχανικού αερισμού [32,31]

5.4.1. Γενικά

Σε πολλές Η/Μ εγκαταστάσεις είναι δυνατή η ανάκτηση θερμότητας (ή και ψύξης) που απορρίπτεται στο περιβάλλον και η εκμετάλλευσή της, ώστε να βελτιώνεται η συνολική

ενεργειακή του απόδοση. Αναγκαία προκαταρκτικά βήματα για την κατ' αρχήν εξέταση των δυνατοτήτων ανάκτησης, είναι:

- Εντοπισμός θερμικών πηγών και σχετικός υπολογισμός της συνολικά εισερχόμενης (ή παραγόμενης) στο κτήριο και τις εγκαταστάσεις του θερμότητας (ή ψύξης)
- Υπολογισμός ή εκτίμηση του ποσοστού της θερμότητας που μπορεί να ανακτηθεί πριν αυτή απορριφθεί στο περιβάλλον και για το οποίο υπάρχουν τεχνικές δυνατότητες εκμετάλλευσης.
- Οικονομικοτεχνική μελέτη και αξιολόγηση των εφικτών τεχνικών λύσεων ανάκτησης.

Ειδικότερα, στις εγκαταστάσεις Θ-Ψ-Κ κτηρίων, οι πιο ρεαλιστικές δυνατότητες είναι εκείνες που σχετίζονται με την διαχείριση και την επεξεργασία του αέρα.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να συνεκτιμάται το μειωμένο, λόγω της ανάκτησης, μέγεθος του θερμαντικού ή ψυκτικού εξοπλισμού (λέβητες, ψύκτες, θερμαντικά ή ψυκτικά στοιχεία, σωληνώσεις, αντλίες κλπ) καθώς και του συνολικού της ηλεκτρικής εγκατάστασης τροφοδοσίας.

5.4.2. Εναλλάκτες προθέρμανσης / πρόψυξης νωπού αέρα

Κατά την διαδικασία ανανέωσης του αέρα των χώρων, ο αέρας που απορρίπτεται από ένα κλιματιζόμενο χώρο πρέπει να αναπληρωθεί με νωπό αέρα, στον οποίο απαιτείται να προσδοθεί (ή να αφαιρεθεί) θερμότητα. Επειδή ο απορριπτόμενος αέρας βρίσκεται σε συνθήκες διαφορετικές από του περιβάλλοντος, μαζί με τον αέρα απορρίπτεται και ενέργεια (θερμική ή ψυκτική).

Με τα συστήματα ανάκτησης, σε εγκαταστάσεις Θ-Ψ-Κ, ένα μέρος της ενέργειας που περιέχει το ρεύμα του απορριπτόμενου αέρα μεταφέρεται στο ρεύμα του φρέσκου εξωτερικού αέρα.

Απαιτούμενα δίκτυα αεραγωγών για σύνδεση με τον εξοπλισμό εναλλαγής θερμότητας, καθώς και ανεμιστήρες προσαγωγής-απόρριψης. Ο εξοπλισμός τοποθετείται συνήθως μέσα σε κλιματιστική μονάδα, αλλά είναι δυνατόν να εγκατασταθεί ανεξάρτητη και αυτόνομη μονάδα (απαιτείται κατάλληλος χώρος). Συστήματα αυτοματισμών εξασφαλίζουν τις κατάλληλες συνθήκες και τον απαραίτητο αερισμό στους κλιματιζόμενους χώρους, αλλά και την βέλτιστη ενεργειακά λειτουργία της εγκατάστασης.

5.4.2.1. Εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα, πλακοειδείς.

Με αυτούς επιτυγχάνεται απ' ευθείας συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του απορριπτόμενου αέρα και του νωπού αέρα, χωρίς να γίνεται ανάμειξη των δύο (διασταυρούμενων) ρευμάτων.

Αποτελεί τον πιο συνηθισμένο τρόπο ανάκτησης θερμότητας και βρίσκουν εφαρμογή σε εγκαταστάσεις μικρής, μεσαίας ή μεγάλης θερμικής ισχύος. Συνήθως τοποθετούνται μέσα σε ΚΚΜ. Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν και χρησιμοποιούνται ευρέως αυτόνομοι

εναλλάκτες, με ή χωρίς στοιχείο, με του δύο ανεμιστήρες σε ενιαίο κέλυφος, ώστε να γίνεται εύκολη η σύνδεση με τους αεραγωγούς.

Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται από 10% έως 25%, εξαρτώμενη από τις ειδικές συνθήκες σχεδιασμού και λειτουργίας της εγκατάστασης. Συνήθως, κατά τη χειμερινή λειτουργία (θέρμανσης) η εξοικονόμηση είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την θερινή λειτουργία (ψύξης).

Ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 40% έως 60%, ανάλογα με την κατασκευή. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις πτώσεις πίεσης των δικτύων αλλά και στις πτώσεις πίεσης εντός του ίδιου εναλλάκτη. Υπερβολικές πτώσεις πίεσης θα αυξήσουν των κατανάλωση ενέργειας των ανεμιστήρων, μειώνοντας το τελικό ενεργειακό όφελος.

Η αποδοτικότητα ενός τέτοιου εναλλάκτη εξαρτάται και πρέπει να προκύπτει για τις συνθήκες σχεδιασμού του, με καθορισμένα τα παρακάτω μεγέθη : Παροχές, θερμοκρασία και σχετική υγρασία του απορριπτόμενου και του νωπού αέρα, μέγιστες επιτρεπόμενες πτώσεις πίεσης.

5.4.2.2. Εναλλάκτες θερμότητας αέρα/νερού

Πρόκειται για ζεύγος εναλλακτών θερμότητας αέρα – νερού (στοιχεία με συστοιχίες πτερυγοφόρων σωλήνων), που τοποθετούνται ο ένας στο ρεύμα του απορριπτόμενου αέρα και ο άλλος στο ρεύμα εισαγωγής του νωπού αέρα, ενώ μεταξύ τους ως κλειστό σύστημα. Στο κλειστό σύστημα, μέσω αντλίας, κυκλοφορεί ενδιάμεσο θερμικό μέσο, ενώ απαραίτητο είναι και κατάλληλο κλειστό δοχείο διαστολής. Το εργαζόμενο μέσο στο κλειστό κύκλωμα των στοιχείων είναι νερό ή διάλυμα γλυκόλης (σε περίπτωση χαμηλών εξωτερικών θερμοκρασιών)

Έχουν εφαρμογή μόνο σε εγκαταστάσεις μεσαίας ή μεγάλης θερμικής ισχύος. Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται από 10% έως 25%.

Πλεονεκτήματα αυτής της διάταξης είναι ότι οι κεντρικοί αγωγοί απόρριψης/εισαγωγής νωπού αέρα ή τα στοιχεία μπορεί να βρίσκονται σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους, ενώ είναι δυνατή η ταυτόχρονη, με ένα ζεύγος εναλλακτών, ανάκτηση θερμότητας από πολλές απορρίψεις ή εισαγωγές αέρα.

Και πάλι ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις πτώσεις πίεσης των δικτύων αλλά και στις πρόσθετες πτώσεις πίεσης αέρα που δημιουργούν τα στοιχεία – εναλλάκτες. Επί πλέον κατανάλωση ενέργειας έχουμε και στην αντλία κυκλοφορίας. Η παροχή του νερού πρέπει να υπολογιστεί προσεκτικά, σε σχέση και με τα χαρακτηριστικά των στοιχείων. Αυξημένη παροχή νερού γενικά βελτιώνει το βαθμό απόδοσης, αλλά αυξάνει την πτώση πίεσης στο κύκλωμα, ενώ αύξηση της πέραν ενός ορίου δεν αυξάνει πρακτικά την απόδοση.

5.4.2.3. Αναγεννητικοί εναλλάκτες θερμότητας

Ο αναγεννητικός εναλλάκτης είναι μια περιστρεφόμενη δισκοειδής κατασκευή (τροχός), από κατάλληλο πορώδες υλικό με ικανότητα κατακράτησης θερμότητας (και σε πολλές περιπτώσεις και υγρασίας). Ο τροχός περιστρέφεται αρά (5...10 στροφές/λεπτό), έτσι ώστε

να διαρρέεται στη μια κατεύθυνση από τον απορριπτόμενο αέρα και στην άλλη κατεύθυνση από εξωτερικό νωπό αέρα.

Ο περιστρεφόμενος τροχός εισέρχεται αρχικά στον αγωγό του θερμού αέρα και κατόπιν στον αγωγό του ψυχρού αέρα και διαρρέεται από τα ρεύματα αυτά αξονικά .

Κατά την λειτουργία «χειμώνα», το τμήμα της περιστρεφόμενης επιφάνειας που βρίσκεται στο απορριπτόμενο θερμό ρεύμα αέρα απορροφά θερμότητα (και υγρασία). Όταν μετά αυτό το τμήμα του περιστραφεί και βρεθεί στο ρεύμα του ψυχρού εξωτερικού αέρα, τότε αποδίδει σ' αυτόν τη θερμότητα και την υγρασία που είχε κατακρατήσει, θερμαίνοντας τον. Με τον τρόπο αυτό, η αισθητή θερμότητα (και η υγρασία εάν το υλικό είναι υγροσκοπικό) μεταφέρεται από το θερμό ρεύμα αέρα στο ψυχρό. Το αντίστροφο συμβαίνει το «καλοκαίρι»

Είναι απαραίτητο να προτάσσονται φίλτρα αέρα και στα δύο ρεύματα, για να διατηρούνται οι δίοδοι του αέρα στον εναλλάκτη κτά το δυνατόν καθαρές.

Το λειτουργικό κόστος τους είναι σχετικά χαμηλό. Βαθμός απόδοσης από 65% έως 80%.

5.4.3. Εξοικονομητές αέρα

Ως εξοικονομητές αέρα χαρακτηρίζονται ένα σύνολο από αεραγωγούς, διαφράγματα, αισθητήρες, και σύστημα ελέγχου, με το οποίο ρυθμίζεται η ποσότητα (παροχή) νωπού αέρα που εισάγεται στο κτήριο, κατά τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απαιτήσεις μηχανικής ψύξης (κυρίως). Δεν πρόκειται, δηλαδή, για ανάκτηση ενέργειας, αλλά για «προληπτικό» μέτρο ενεργειακού οφέλους.

Στο πιο απλό σύστημα, οι αισθητήρες μετρούν τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα και του αέρα του χώρου. Αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι αρκετά χαμηλή, το σύστημα ανοίγει το διάφραγμα λήψης νωπού αέρα (πέρα από την ελάχιστη θέση του). Έτσι, ο παραπάνω αέρας παραλαμβάνει μέρος του ψυκτικού φορτίου και μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας από την κυρίως ψυκτική διάταξη.

Το σύστημα ελέγχεται ώστε να λειτουργεί για ένα ορισμένο εύρος θερμοκρασιών περιβάλλοντος, αλλά και να επιτρέπει την απόρριψη τυχόν υπερβολικής ποσότητας εισερχόμενου στο χώρο αέρα.

Αντί της θερμοκρασίας μπορεί να ελέγχεται η ενθαλπία των ρευμάτων αέρα, οπότε λαμβάνεται υπόψη και η σχετική τους υγρασία. Το σύστημα αυτό είναι δαπανηρότερο αλλά μπορεί να επιτύχει μεγαλύτερο ενεργειακό όφελος.

Με ένα σύστημα που χρησιμοποιεί εξοικονομητή αέρα, μπορεί να επιτευχθεί περίπου 10% έως και 20% μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό, με την προϋπόθεση σωστής ρύθμισης και λειτουργίας.

5.5. Φυσικός αερισμός κτηρίων –Νυχτερινός αερισμός

Ο αερισμός θεωρείται πολύ αποτελεσματική τεχνική δροσισμού, η οποία έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 1. Ένας από τους ρόλους του είναι η απομάκρυνση της θερμότητας που εγκλωβίζεται στο εσωτερικό ενός κτηρίου και η οποία προέρχεται από τα ηλιακά κέρδη και την παραγωγή αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας από μηχανήματα, φώτα και ανθρώπους. Συνεπώς, με κατάλληλη χρήση του αερισμού επιτυγχάνεται μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτηρίων. Αυτό είναι άμεσα δυνατό μόνο όταν ο εξωτερικός αέρας έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από τον εσωτερικό και η υγρασία του καθώς και η ποιότητά του είναι σε αποδεκτά επίπεδα.

Αν οι συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος δεν πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις, η χρήση του φυσικού αερισμού δεν ενδείκνυται. Τότε χρησιμοποιείται μηχανικός αερισμός κατά τον οποίο ο εξωτερικός αέρας φιλτράρεται και κλιματίζεται προκειμένου να φθάσει στα επιθυμητά επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας.

5.5.1. Αερισμός και θερμική άνεση

Η κυκλοφορία του αέρα γύρω από το ανθρώπινο σώμα αποτελεί έναν από τους καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση. Ο ρυθμός απωλειών θερμότητας με μεταφορά από το σώμα προς το περιβάλλον είναι ανάλογος με την ταχύτητα του αέρα και τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ σώματος και περιβάλλοντος.

Κατά την θερινή περίοδο, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα γύρω από το ανθρώπινο σώμα που επιτυγχάνεται με φυσικό αερισμό ή και με χρήση ανεμιστήρων οροφής, έχει ως αποτέλεσμα την επέκταση, προς υψηλότερες θερμοκρασίες δύο με τρεις βαθμούς, της περιοχής θερμικής άνεσης σε εσωτερικούς χώρους.

5.5.2. Νυχτερινός αερισμός

Η τεχνική του νυχτερινού αερισμού αποδεικνύεται πολύ αποδοτική ιδιαίτερα στην περίπτωση κτηρίων με υψηλή θερμική μάζα και εφόσον η θερμοκρασία περιβάλλοντος στην περιοχή όπου βρίσκεται το κτήριο παρουσιάζει μεγάλη ημερήσια διακύμανση.

Κατά τη διάρκεια του νυχτερινού αερισμού, ο εξωτερικός αέρας με χαμηλή θερμοκρασία κυκλοφορεί στο εσωτερικό ενός χώρου, απάγοντας θερμότητα με μεταφορά από τις επιφάνειες των δομικών στοιχείων και ψύχοντας έτσι τη θερμική μάζα του χώρου. Η θερμική μάζα, λόγω μεγάλης θερμοχωρητικότητας, διατηρεί τη χαμηλή της θερμοκρασία για αρκετό χρόνο την επόμενη ημέρα, ψύχοντας το χώρο για όσο χρόνο η θερμοκρασία της παραμένει χαμηλότερη από εκείνη του εσωτερικού αέρα του χώρου. Ταυτόχρονα βέβαια αυξάνεται η θερμοκρασία της, λόγω απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και λόγω αγωγής και μεταφοράς από τον θερμότερο εσωτερικό αέρα. Με την τεχνική αυτή περιορίζονται οι ώρες υπερθέρμανσης του κτηρίου και μειώνεται ή μετατοπίζεται η μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος. Ο νυχτερινός αερισμός γίνεται με φυσικό ή μηχανικό τρόπο :

- **Φυσικός Νυχτερινός Αερισμός** – σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει οικονομικό κόστος, αλλά ενδέχεται να τίθενται προβλήματα ασφάλειας ή λειτουργικά, εξαιτίας της έλλειψης ελέγχου και προσαρμογής των ανοιγμάτων ανάλογα με τις

επικρατούσες συνθήκες ταχύτητας του ανέμου. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών έχουν μέχρι σήμερα προταθεί και εφαρμοστεί διάφορες τεχνικές. Αν ο φυσικός αερισμός δεν μπορεί να επιτευχθεί με φυσικό τρόπο, συνίσταται η χρήση μηχανικού αερισμού.

- **Μηχανικός Νυχτερινός Αερισμός** – σε περίπτωση που οι εξωτερικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση φυσικού νυχτερινού αερισμού όπως, για παράδειγμα, υπό συνθήκες υψηλής εξωτερικής υγρασίας, ένας χώρος είναι δυνατόν να προ-ψυχθεί με κλιματιστικό σύστημα σε ώρες εκτός περιόδου αιχμής. Έχει βρεθεί ότι η εφαρμογή της τεχνικής του νυχτερινού αερισμού οδηγεί σε μείωση του συνολικού ψυκτικού φορτίου κλιματιζόμενων κτηρίων έως και 30%

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπολογισμών για τα Ελληνικά κτήρια του τριτογενή τομέα, το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας για ψύξη, από την εφαρμογή μηχανικού νυκτερινού αερισμού στο 10% των κτηρίων τα οποία κλιματίζονται είναι για τα γραφεία/εμπορικά 13GWh.

5.6. Συμπααραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας/ ψύξης [33]

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων ενός καταναλωτή είναι η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου σε λέβητα για την παραγωγή θερμικής ενέργειας. Οι συμβατικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν βαθμό απόδοσης της τάξης του 30-45%, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογία, επιβαρύνοντας σημαντικά την ατμόσφαιρα από τους εκπεμπόμενους ρύπους. Αντίστοιχα βαθμό απόδοσης ενός λέβητα είναι της τάξης του 85-90%.

Η συμπααραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης είναι μια τεχνολογία που καθιστά δυνατή την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από μια μόνο ενεργειακή πηγή, εξοικονομώντας ενέργεια και επομένως κόστος και εκπομπή ρύπων. Στο σύστημα συμπααραγωγής ο βαθμός απόδοσης είναι της τάξης του 80-90% με δυνατότητα να ξεπεραστεί και το 90% .

Επομένως συμπααραγωγή ονομάζουμε τη συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής (ή μηχανικής) και θερμικής (ή ψυκτικής) ενέργειας από μια κοινή πηγή ενέργειας.

Όταν ο σταθμός καλύπτει και κλιματιστικές ανάγκες με μηχανές απορρόφησης που λειτουργούν είτε με ατμό είτε με θερμό νερό, έχουμε την λεγόμενη τριτοπαραγωγή.

Η ενεργειακή πηγή μπορεί να είναι οποιοδήποτε καύσιμο, αλλά λαμβάνοντας υπόψη την αποφυγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης κρίνεται συμφέρουσα η χρήση καυσίμων περισσότερο φιλικών προς περιβάλλον όπως είναι το φυσικό αέριο και βιομάζα.

Η συμπααραγωγή δεν αποτελεί πάντα μια βιώσιμη επένδυση. Θα πρέπει να προηγηθεί ο υπολογισμός των ενεργειακών αναγκών σε ηλεκτρισμό σε θέρμανση και ψύξη του συγκεκριμένου κτηρίου και στην συνέχεια με τεχνοοικονομικά κριτήρια να εξετάζεται η βιωσιμότητα του συστήματος με σκοπό την κάλυψη μέρους ή όλου του θερμικού φορτίου και μέρους ή όλου του ηλεκτρικού φορτίου.

Ένα σύστημα συμπααραγωγής για να λειτουργήσει απαιτεί κυρίως τα παρακάτω τέσσερα στοιχεία :

A. Τον κινητήρα : Ο κινητήρας παράγει το μηχανικό έργο και μπορεί να είναι αμοστρόβιλος, αεριοστρόβιλος, μηχανή εσωτερικής καύσης, συνδυασμένου κύκλου, κυψέλες καυσίμου, μηχανή Stirling ή μικροστρόβιλος.

B. Τη γεννήτρια : Η γεννήτρια παράγει το ηλεκτρικό ρεύμα και μπορεί να είναι σύγχρονη, ασύγχρονη ή αυτοδιεγείρομενη ασύγχρονη.

Γ. Το σύστημα ανάκτηση θερμότητας : Το σύστημα αυτό ανακτά θερμότητα αφ' ενός από τα δίκτυα ψύξης της μηχανής (εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας) και αφ' αφετέρου από τα καυσάερια (λέβητες ανάκτησης θερμότητας)

Δ. Το σύστημα ελέγχου : Το σύστημα αυτό διασφαλίζει την ασφαλή και ικανοποιητική λειτουργία του συστήματος συμπααραγωγής.

Οι κυριότεροι τρόποι λειτουργίας ενός συστήματος συμπαραγωγής, δηλαδή οι τρόποι ρύθμισης της ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος σε κάθε χρονική στιγμή, είναι γενικώς τέσσερις :

1. Παραγωγή θερμότητας ίση με το θερμικό φορτίο
 - Η πλεονάζουσα παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς πωλείται στο εθνικό δίκτυο.
 - Το έλλειμμα ηλεκτρικής ισχύος συμπληρώνεται από το εθνικό δίκτυο
2. Παραγωγή ηλεκτρισμού ίση με το ηλεκτρικό φορτίο
 - Το έλλειμμα της θερμικής ισχύος συμπληρώνεται με την τοποθέτηση βοηθητικού λέβητα
 - Η περίσσεια θερμότητας, με την βοήθεια εναλλακτών, απορρίπτεται στο περιβάλλον.
3. Μικτός τρόπος : Ανάλογα με τις απαιτήσεις άλλοτε το σύστημα ακολουθεί των (1) τρόπο και άλλοτε ακολουθεί τον (2) τρόπο.
4. Αυτόματη λειτουργία: Καλύπτεται αυτοδύναμα και πλήρως το θερμικό και ηλεκτρικό φορτίο σε κάθε χρονική στιγμή. Ο τρόπος αυτός λειτουργίας προϋποθέτει περίπλοκο και δαπανηρό σύστημα συμπαραγωγής

Η επιλογή του τρόπου λειτουργίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες με σημαντικότερο τις επί μέρους απαιτήσεις του καταναλωτή σε ηλεκτρισμό και θερμότητα. Γενικά ο (1) τρόπος λειτουργίας προσφέρει υψηλότερη οικονομική και ενεργειακή απόδοση.

Η διαδικασία επιλογής του συστήματος συμπαραγωγής αφορά προφανώς την κάθε περίπτωση με τις ιδιαιτερότητες της σε απαιτήσεις ηλεκτρισμού και θερμότητας σε κάθε στιγμή συγκεκριμένων χρονικών περιόδων (χειμώνας, καλοκαίρι, εργάσιμες ημέρες κλπ). Επιπρόσθετα οι αιχμές των διαφόρων φορτίων δεν παρουσιάζονται ταυτόχρονα.

Στόχος είναι η κατασκευή του ωριαίου ημερήσιου προφίλ των φορτίων για συγκεκριμένες κρίσιμες περιόδους. Σε περίπτωση αδυναμίας κατασκευής του ωριαίου ημερήσιου προφίλ των φορτίων, λόγω έλλειψης στοιχείων, μπορούμε να ανατρέξουμε στο μηνιαίο προφίλ της καταναλωθείσας ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Η επιλογή ενός συστήματος συμπαραγωγής βασίζεται στην τιμή του λόγου ηλεκτρισμού προ θερμότητα (PHR, Power to Heat Ratio) της συγκεκριμένης εγκατάστασης:

$$PHR = \frac{W(kWhe)}{Q(kWhth)} \quad [5.1]$$

Ανάλογα με την τιμή του λόγου και την βοήθεια του πίνακα 5.6.1

| Σύστημα | Ηλεκτρική Ισχύς (MW) | Μέση ετήσια διαθεσιμότητα (%) | Ηλεκτρικό Βαθμός Απόδοσης (%) | | Ολικός βαθμός απόδοσης (%) | PHR |
|--|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|----------------------------|---------|
| Ατμοστρόβιλος Αεριοστρόβιλο Ανοιχτού τύπου | 0.5-100 | 90-95 | 14-30 | 25-35 | 60-85 | 0.1-0.3 |
| Αεριοστρόβιλο Κλειστού τύπου | 0.1-100 | 90-95 | 20-35 | 15-29 | 60-80 | 0.5-0.8 |
| Συνδυασμένου κύκλου αέριο ατμοστρόβιλος | 0.5-100 | 90-95 | 30-35 | 30-35 | 60-80 | 0.5-0.8 |
| Κινητήρα Diesel | 4-100 | 77-85 | 35-45 | 25-35 | 70-88 | 0.6-1.1 |
| Πακέτο με παλινδρομικό κινητήρα | 0.07-40 | 80-90 | 35-45 | 32-40 | 60-80 | 1.2-2.4 |
| Κυψέλες καυσίμου | 0.0015-2 | 80-85 | 27-35 | 25-32 | 60-80 | 0.5-0.7 |
| Μηχανές stirling | 0.04-50 | 90-92 | 34-45 | 37-45 | 85-90 | 0.8-0.1 |
| | 0.003-1.5 | 85-90 | 35-50 | 34-49 | 60-80 | 1.2-1.7 |

Η διαδικασία διαστασιολόγησης του συστήματος συμπαραγωγής είναι διερευνητική και βασίζεται στη μέση υπολογισθείσα θερμική ισχύ ή στην μέση υπολογισθείσα ηλεκτρική ισχύ. Συνήθως επιλέγονται δύο όμοιες μηχανές έτσι ώστε η μία να εργάζεται συνεχώς για λιγότερες από 20 ώρες την ημέρα (600 ώρες τον μήνα) και η εφεδρική για χρονικό διάστημα, όσο απαιτείται για να καλύψει το υπόλοιπο φορτίο.

Ο νόμος 3734/2009 διακρίνει τις παρακάτω μονάδες συμπαραγωγής :

- A. Συμπαραγωγή πολύ μικρής κλίμακας, με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ $\leq 50\text{kWe}$
- B. Συμπαραγωγή μικρής κλίμακας, με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ $\leq 1\text{MWe}$
- Γ. Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ). Είναι η συμπαραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας τουλάχιστον 10% σε σχέση με την χωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Οι δύο πρώτες περιπτώσεις ανεξάρτητα με το ποσοστό εξοικονόμησης, χαρακτηρίζονται ως συμπαραγωγές υψηλής αποδοτικότητας.

Τα πολύ μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής ($\leq 50\text{ kWe}$), χρησιμοποιούνται συνήθως ως συσκευές θερμότητας παρέχοντας θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης για κατοικίες και εμπορικά κτήρια, όπως οι συμβατικοί λέβητες. Οι περισσότερες μονάδες λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο, έτσι ώστε το κτήριο να καλύπτει τις ανάγκες του σε ηλεκτρισμό από το δίκτυο, αλλά και ταυτόχρονα να πωλείται στο δίκτυο το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται.

Ο λόγος εξοικονόμησης ενέργειας καυσίμου (FESR, Fuel energy saving ratio) φαίνεται πως είναι ένα από τα πιο χρήσιμα λειτουργικά κριτήρια των μονάδων συμπαραγωγής από όσα έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία, μια και συνδέετε άμεσα με την οικονομική εκτίμηση μονάδων συμπαραγωγής. Με αυτό το κριτήριο αποφασίζεται κατά πόσο μια μονάδα συμπαραγωγής θα δικαιούται να διαθέτει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ή το πλεόνασμα της στο εθνικό δίκτυο.

$$FESR = 1 - \frac{PHR}{n \cdot \left(\frac{PHR}{n_e} + \frac{1}{n_B} \right)} \quad [5.2]$$

n ο βαθμός απόδοσης της μονάδας συμπαραγωγής

$$n_B \text{ ο βαθμός απόδοσης του λέβητα } n_B = \frac{Q}{m_f H_u} \quad [5.3]$$

$$n_e \text{ ο βαθμός απόδοσης της ηλεκτροπαραγωγής } n_e = \frac{W_e}{m_f H_u} \quad [5.4]$$

m_f : η παροχή καυσίμου στο λέβητα ή στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής

H_u : η κατώτερη θερμογόνος δύναμη του καυσίμου

Το 2006 η κατανομή των εγκαταστάσεων συμπαραγωγής στον Ελλαδικό χώρο, ανάλογα τον τομέα και το είδος της εγκατάστασης φαίνεται στον πίνακα 5.6.2

Πίνακας 5.6.2. Εγκαταστημένη ισχύς μονάδων συμπαραγωγής στον Ελλαδικό χώρο το 2006

| Τομέας | Ηλεκτρισμός (MWe) | Ηλεκτρισμός (MWeth) |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| ΔΕΗ | 63,7 | 345,6 |
| Διυλιστήρια | 112,6 | 159,22 |
| Βιομηχανίες τροφίμων, ποτών, καπνού | 59,7 | 254,06 |
| Βιομηχανίες υφασμάτων, δέρματος | 3,3 | 3,6 |
| Βιομηχανίες μη-σιδηρούχων μετάλλων | 10 | 36,67 |
| Βιομηχανίες μη μεταλλικών υλικών | 1,1 | 3,68 |
| Νοσοκομεία | 0,75 | 0,89 |
| Πανεπιστήμια | 2,72 | 3,09 |
| Οικολογικές κατοικίες | 9,77 | 11 |
| Συνολο | 263,64 | 817,81 |

5.7. Ηλεκτρικές συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης [34]

Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές που διατίθενται στην ΕΕ και στην Ελλάδα υπόκεινται στην εθνική και κοινοτική νομοθεσία που αφορά την ενεργειακή τους σήμανση. Η ενεργειακή σήμανση καθιερώθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση με την έκδοση της οδηγίας 92/75/22.09.92 και σε Εθνικό επίπεδο με την έκδοση του Προεδρικού Διατάγματος 180/1994, το οποίο έθεσε το γενικό νομοθετικό πλαίσιο για την εφαρμογή της ενεργειακής σήμανσης στις οικιακές συσκευές. Στη συνέχεια, εκδόθηκε μια σειρά Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων για την εφαρμογή της ενεργειακής σήμανσης σε διάφορες κατηγορίες οικιακών συσκευών, όπως :

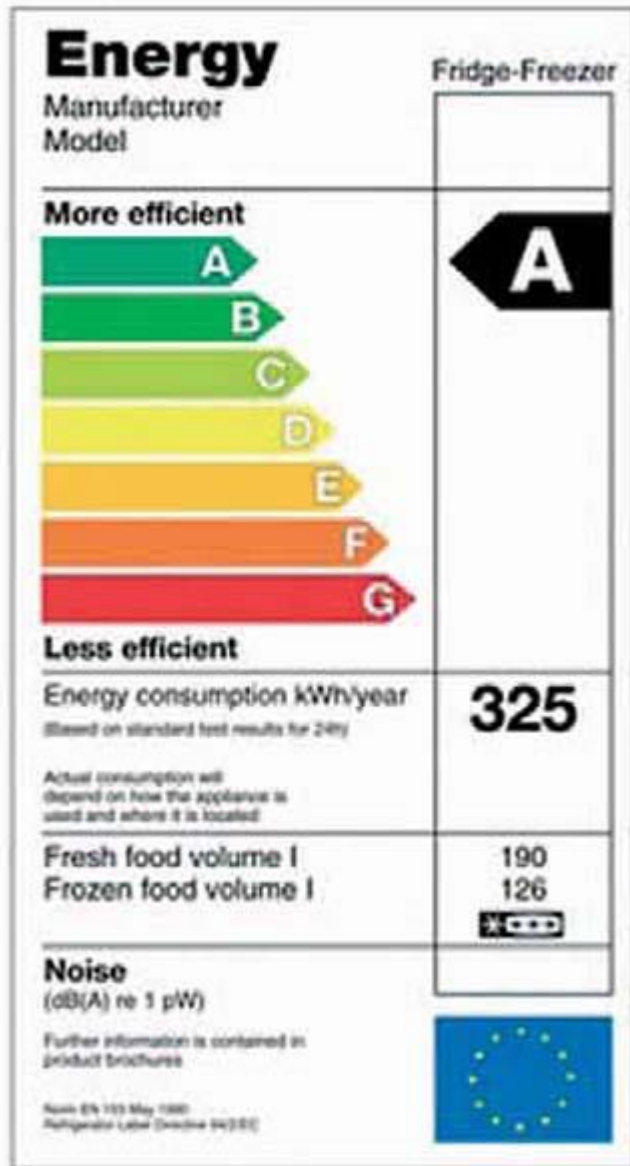
- Ψυγεία, καταψύκτες και συνδυασμοί τους
- Πλυντήρια ρούχων, στεγνωτήρια ρούχων και συνδυασμοί τους
- Πλυντήρια πιάτων
- Ηλεκτρικοί λαμπτήρες
- Ηλεκτρικοί φούρνοι
- Κλιματιστικές συσκευές

Η ενεργειακή σήμανση των οικιακών συσκευών συνίσταται στην υποχρεωτική επικόλληση μιας ετικέτας (ενεργειακή ετικέτα ή ετικέτα ενεργειακής σήμανσης) σε εμφανές μέρος των συσκευών που επιδεικνύονται στις εκθέσεις των καταστημάτων πώλησης. Η ενεργειακή ετικέτα δείχνει και πληροφορεί τον καταναλωτή για δύο σημαντικά ενεργειακά χαρακτηριστικά της συσκευής :

A) την κατανάλωση ενέργειας, δηλ. την ηλεκτρική ενέργεια σε kWh, που καταναλώνει η συσκευή κατά την διάρκεια π.χ. ενός έτους για τα ψυγεία ή ενός τυπικού κύκλου πλυσίματος για τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων με το ονομαστικό φορτίο της συσκευής υπό πρότυπες συνθήκες μέτρησης και

B) την ενεργειακή αποδοτικότητα της συσκευής, που είναι και το σημαντικότερο ενεργειακό χαρακτηριστικό, με την βοήθεια του οποίου μπορεί ο υποψήφιος αγοραστής να συγκρίνει από πλευράς ενεργειακής κατανάλωσης τις συσκευές διαφόρων κατασκευαστών και διαφορετικών μεγεθών στην ίδια βάση.

Η ενεργειακή αποδοτικότητα δείχνει την κατανάλωση ενέργειας που αντιστοιχεί στην μονάδα χωρητικότητας της συσκευής πχ στα ψυγεία μας δείχνει kWh κατανάλωσης ανά lt χωρητικότητας του ψυγείου, στα πλυντήρια πιάτων και ρούχων της kWh κατανάλωσης ανά kg περιεχομένων πιάτων και ρούχων. Ανάλογα με την ενεργειακή τους αποδοτικότητα οι συσκευές κατατάσσονται σε επτά κατηγορίες ή κλάσεις που καθορίζονται από τα λατινικά γράμματα A, B, C, D, E, F, G και από έγχρωμα και διαφορετικού μήκους βέλη που απεικονίζονται στην ενεργειακή ετικέτα το ένα κάτω από το άλλο, ενώ ένας δείκτης απέναντι τους δείχνει σε ποια ενεργειακή κατηγορία ανήκει η συσκευή.



Πέραν των ενεργειακών χαρακτηριστικών που αναφέραμε η ενεργειακή ετικέτα περιέχει και άλλες χρήσιμες πληροφορίες που βοηθούν τον καταναλωτή να επιλέξει σωστά και οικονομικά. Ειδικά για τους λαμπτήρες η ετικέτα ενεργειακής σήμανσης επίσης παρέχει πληροφορίες για την φωτεινή ροή (lumen), την ονομαστική ισχύ (W) και την διάρκεια ροής του λαμπτήρα σε ώρες λειτουργίας. Το σημαντικότερο είναι ότι όλα αυτά τα τεχνικά χαρακτηριστικά, ενεργειακά και μη, έχουν μετρηθεί υπό τα ίδια εναρμονισμένα πρότυπα και συνθήκες μέτρησης, ώστε να μπορούν να είναι συγκρίσιμα μεταξύ των διαφόρων συσκευών του ίδιου είδους.

Σημαντική ένδειξη στην ετικέτα ενεργειακής σήμανσης, αποτελεί και το Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα (EcoLabel) το οποίο απονέμεται αποκλειστικά σε επιλεγμένες ηλεκτρικές συσκευές που ανταποκρίνονται σε πιστοποιημένα υψηλά πρότυπα περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης. Οι συσκευές που φέρουν το Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα είναι κατά κανόνα συσκευές με υψηλή ενεργειακή απόδοση και υψηλά περιβαλλοντικά κριτήρια κατασκευής και λειτουργίας.

Οι μηχανές γραφείου (πχ υπολογιστές, εκτυπωτές φωτοτυπικά μηχανήματα) και ο τηλεπικοινωνιακός και δικτυακός εξοπλισμός (πχ φαξ, modem, router, ασύρματα τηλέφωνα) έχουν και αυτά ενεργειακή σήμανση. Για τις συσκευές αυτές η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει την σήμανση EU Energy Star, ενώ ισχύει και το Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα – Ecolabel. Όσα προϊόντα φέρουν είτε τη σήμανση EU Energy Star είτε το οικολογικό σήμα Ecolabel σημαίνει ότι έχουν χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, συγκρινόμενα με άλλα ομοειδή τους. Σημαντικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας έχουν και οι συσκευές οι οποίες υπόκεινται και στην οδηγία για την οικολογική σχεδίαση των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια 2005/32ΕΚ και 2009/125/ΕΚ.

Πέραν των οικιακών συσκευών και των λοιπών ηλεκτρολογικών συσκευών που αναφέρονται παραπάνω ενεργειακή σήμανση έχουν και άλλες ηλεκτρικές συσκευές και διατάξεις όπως οι κυκλοφορητές νερού. Σ' αυτές υπάρχει επίσης ετικέτα ενεργειακής σήμανσης για την οποία ισχύουν όσα έχουν ήδη προαναφερθεί.

Η κατανάλωση ενέργειας μίας ηλεκτρικής συσκευής χαρακτηρίζεται από διάφορους τρόπους λειτουργίας. Η συσκευή βρίσκεται σε φάση λειτουργίας (on-mode) όταν εκτελεί τη λειτουργία της, σε φάση αναμονής (standby mode) όταν καταναλώνει και λίγο ρεύμα αλλά δεν εκτελεί την κύρια λειτουργία της και τέλος, σε φάση διακοπής (off-mode) όταν δεν εκτελεί καμία λειτουργία και δεν καταναλώνει καθόλου ρεύμα. Η κατανάλωση ρεύματος σε φάση αναμονής δεν αφορά συσκευές που λόγω της φύσης της λειτουργίας τους αναγκαστικά παραμένουν συνεχώς συνδεδεμένες με την παροχή ρεύματος (πχ ψυγεία, καταψύκτες) ή δεν έχουν φάση αναμονής και ο χειρισμός τους γίνεται με διακόπτη ανοίγματος – κλεισίματος από την παροχή του ρεύματος (πχ πλυντήρια, θερμοσίφωνες, λάμπες κλπ). Η κατανάλωση ενέργειας στην φάση αναμονής είναι πολύ σημαντική παρά το γεγονός ότι φαινομενικά η συσκευή καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια. Αυτό συμβαίνει διότι η κατανάλωση στην φάση αναμονής γίνεται σε 24ώρη βάση κάθε μέρα επί 365 μέρες το χρόνο. Αναφέρουμε χαρακτηριστικά ότι μια συσκευή με ονομαστική ισχύ 8W σε φάση αναμονής, εμφανίζει κατανάλωση περίπου 60kWh ανά έτος. Οι ενεργειακά αποδοτικές συσκευές έχουν υποχρεωτικά πολύ χαμηλή κατανάλωση σε κατασκευή αναμονής ενώ από την κοινοτική νομοθεσία έχουν θεσπιστεί πολύ αυστηρά όρια.

5.8. Εξοικονόμηση ενέργειας στον φωτισμό

5.8.1. Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού [38,39]

Επιλογή ζωνών ελέγχου φωτισμού

Οι ζώνες ελέγχου φωτισμού είναι περιοχές στους εσωτερικούς χώρους ενός κτηρίου που εκμεταλλεύονται τον φυσικό φωτισμό. Παράλληλα με τον φυσικό φωτισμό χρησιμοποιούν και τεχνητό, ώστε να διασφαλίζονται τα επιθυμητά επίπεδα φωτισμού στην επιφάνεια εργασίας ή στο ευρύτερο εσωτερικό περιβάλλον. Το μέγεθος μιας ζώνης ελέγχου εξαρτάται από την διαμόρφωση και την γεωμετρία των εξωτερικών ανοιγμάτων, την κατάσταση του ουρανού και φυσικά την θέση του ήλιου. Για να ορισθεί το μέγεθος των ζωνών ελέγχου απαιτούνται μετρήσεις ή υπολογισμοί από προσομοιώσεις σε ετήσια βάση ή τουλάχιστον σε επιλεγμένους μήνες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές εποχές. Οι ζώνες ελέγχου φωτισμού συνδέουν περιοχές οι οποίες έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά κατανομής φυσικού φωτισμού. Γενικά στην ζώνη ελέγχου η μέγιστη ένταση φωτισμού δεν πρέπει να υπερβαίνει περίπου την τριπλάσια τιμή της ελάχιστης έντασης φωτισμού. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει μια ικανοποιητική αντίθεση φωτισμού μέσα σε μια ζώνη ελέγχου. Από τη διεθνή βιβλιογραφία η αναλογία μέγιστης προς ελάχιστη ένταση φωτισμού είναι 3:1. για μεγαλύτερες τιμές η περιοχή αυτή πρέπει να διαιρεθεί σε περισσότερες ζώνες ελέγχου.

Αισθητήρες εκμετάλλευσης φυσικού φωτισμού.

Οι αισθητήρες φωτισμού είναι ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου φωτισμού, οι οποίες ρυθμίζουν αυτόματα το επίπεδο φωτισμού που παράγεται από συστήματα τεχνητού φωτισμού με βάση την ποσότητα του φυσικού φωτισμού που ανιχνεύεται στον χώρο. Ο αισθητήρας φωτισμού είναι μια πλήρης μονάδα ελέγχου που περιέχει α) κατάλληλο φακό (input optics) για την είσοδο της ακτινοβολίας, β) φωτοκύτταρο, γ) το απαραίτητο ηλεκτρικό κύκλωμα για την παραγωγή του σήματος ελέγχου. Δεν πρέπει να γίνεται σύγκριση μεταξύ ενός φωτοκύτταρου και ενός αισθητήρα φωτισμού, αφού το φωτοκύτταρο αποτελεί ένα φωτοευαίσθητο εξάρτημα μέσα στον αισθητήρα φωτισμού, ενώ ο αισθητήρας είναι μια πλήρης συσκευή ελέγχου.

Οι αισθητήρες φωτισμού ανήκουν στην κατηγορία του αυτόματου ελέγχου που αντικαθιστά ή συμπληρώνει τον χειροκίνητο έλεγχο στα κτήρια. Ο κύριος σκοπός των αισθητήρων φωτισμού είναι η εξοικονόμηση ενέργειας με την απενεργοποίηση του τεχνητού φωτισμού ή την προσαρμογή της στάθμης του (dimming) όταν δεν απαιτείται η πλήρης λειτουργία του τεχνητού φωτισμού δεδομένου ότι υπάρχει η απαιτούμενη ποσότητα φυσικού φωτισμού. Το όφελος από τον αυτόματο έλεγχο είναι η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας χωρίς επέμβαση ανθρώπινου παράγοντα. Εκτός από την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στο σύστημα φωτισμού, η μείωση των επιπέδων του τεχνητού φωτισμού μειώνει επίσης τα θερμικά κέρδη που προέρχονται από τα φωτιστικά σώματα. Έτσι μειώνεται και η κατανάλωση ενέργειας στο σύστημα ψύξης του κτηρίου κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου. Συνήθως τα φωτιστικά σώματα στα κτήρια γραφείων χρησιμοποιούν λαμπτήρες φθορισμού. Οπότε, οι αισθητήρες φωτισμού συνδέονται με τα ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης και λειτουργίας των λαμπτήρων φθορισμού EDBs (Electronic Dimming Ballasts), τα οποία μπορούν να προσαρμόζουν την ένταση φωτισμού που παράγεται από αυτούς τους

λαμπτήρες. Με αυτόν τον τρόπο η ένταση του τεχνητού φωτισμού μπορεί να αυξομειώνεται με βάση την ποσότητα του φυσικού φωτισμού που εισέρχεται σε ένα χώρο.

Εξισορρόπηση λαμπρότητας (Brightness Balance)

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος φωτισμού προϋποθέτει τον καθορισμό των επιπέδων της έντασης φωτισμού και λαμπρότητας στο χώρο και μεταξύ των χώρων ενός κτηρίου. Ένας από τους στόχους του σωστού σχεδιασμού είναι η εξισορρόπηση των διαφορετικών επιπέδων έντασης φωτισμού ώστε να ελαχιστοποιείται η θάμβωση (glare). Για παράδειγμα, ο έλεγχος φωτισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετριάσει την πολύ υψηλή ένταση φωτισμού που εισέρχεται από τα εξωτερικά ανοίγματα στο εσωτερικό των κτηρίων.

Μια τέτοια τεχνική ελέγχου επιτυγχάνεται με τον περιορισμό του φυσικού φωτισμού στον χώρο μέσω σκιάστρων ή περσίδων. Μια άλλη τεχνική με αντίθετα αποτελέσματα για εσωτερικούς χώρους είναι η αύξηση της έντασης του φωτισμού που παράγεται από τον τεχνητό φωτισμό. Συχνά, ο έλεγχος φωτισμού χρησιμοποιείται για την εξισορρόπηση των επιπέδων φωτισμού μεταξύ δύο χώρων οι οποίοι χαρακτηρίζονται από διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού ή τιμές λαμπρότητας.

5.8.2. Χρησιμοποίηση φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων υψηλής απόδοσης[38,39]

Η επιλογή φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης δεν μπορεί να γίνεται με το κριτήριο της αισθητικής ενσωμάτωσης στο χώρο. Χρειάζεται εξειδικευμένη "ανάγνωση" των τεχνικών χαρακτηριστικών τους όπως είναι ο τύπος κατανομής της φωτεινής ροής, ο συντελεστής απόδοσης, η κατανομή λαμπρότητας, η κλάση θάμβωσης, η κατανάλωση ενέργειας, η δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού (dimming), ο τύπος του ανακλαστήρα ή του διαχύτη. Δείγμα κακού σχεδιασμού αποτελούν χώροι στους οποίους έχουν προστεθεί εκ των υστέρων διαφορετικά φωτιστικά σώματα ώστε να επιλυθούν προβλήματα υποφωτισμού. Επίσης, η επιλογή φωτιστικών με βάση το ελάχιστο αρχικό κόστος ή η μη ορθολογική τοποθέτηση λόγω επισπεύσεων των εργασιών έναντι οποιουδήποτε κόστους, οδηγούν σε μη αποδεκτά αποτελέσματα. Σε αυτό το σημείο να τονισθεί ότι κατά τη διάρκεια ζωής του συστήματος φωτισμού (10 χρόνια) το μεγαλύτερο μέρος του κόστους οφείλεται στην ενεργειακή του κατανάλωση ενώ μόνο το 30% στο κόστος αγοράς. Άρα η εστίαση στην ελαχιστοποίηση του αρχικού κόστους, μπορεί να στερήσει το όφελος της μειωμένης κατανάλωσης αλλά και πολλές φορές επιδρά δυσμενώς στην οπτική άνεση, με την τελευταία να επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την παραγωγικότητα των χρηστών στους χώρους εργασίας.

Είναι ευνόητο ότι η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων γίνεται σύμφωνα με τον τύπο των εργασιών που διεξάγονται στον χώρο, την αισθητική του, τις αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες και ιδιαιτερότητες καθώς και το επιθυμητό επίπεδο ποιότητας του φωτισμού. Στις παραμέτρους αυτές οφείλει να συμπεριλαμβάνεται η ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης φωτισμού με στόχο την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι επιλογές προς την κατεύθυνση αυτή είναι πολλές. Η πρώτη επιλογή αφορά τη γενική μορφή του φωτιστικού π.χ. αν θα είναι φωτιστικό επίμηκες (π.χ. 2x36W T8, 2x39W T5 κλπ) ή τετράγωνο (πχ 4x18 W T8, 4x24 W T5

κλπ). Η επιλογή φωτιστικών επιφανειακής στερέωσης ή ψευδοροφής ή ανάρτησης συνήθως επιβάλλεται εκ των προτέρων από την αρχιτεκτονική διαρρύθμιση του χώρου. Η εμμονή στην επιλογή των τετράγωνων φωτιστικών 60cmX60cm, 4x18W T, δεν αιτιολογείται ούτε από την καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά ούτε από την αισθητική

τους ανωτερότητα παρά μόνο από την εύκολη προσαρμογή τους σε συστήματα ψευδοροφών.

Είναι γνωστό ότι η απόδοση των λαμπτήρων (lm/W) αυξάνεται με την ονομαστική ισχύ τους. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου τύπου λαμπτήρων T5, προκύπτει ότι η απόδοση τους είναι 96 (lm/W) στην ονομαστική ισχύ των 14W, 100(lm/W) στα 21W και 104 (lm/W) στα 28W. Τα μεγέθη αυτά για τους λαμπτήρες T8 είναι 64 (lm/W) στα 18 W και 79 (lm/W) στα 36 W ή 58 W Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή φωτιστικών με λαμπτήρες μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος, δηλαδή μεγαλύτερου μήκους, είναι ενεργειακά επωφελής. Ως τυπικό παράδειγμα μιας τέτοιας επιτυχούς επιλογής είναι η προτίμηση φωτιστικών 2x36W T8 αντί των 4x16 W T8.

Σημαντικός παράγοντας επίσης είναι ο τύπος και το υλικό κατασκευής του οπτικού συστήματος του φωτιστικού (διαχύτης, κάτοπτρο, περσίδες κλπ). Οι συνθετικοί διαχύτες έχουν συνήθως μικρότερο βαθμό απόδοσης (LOR) και χειρότερο συντελεστή συντήρησης. Τα οπτικά συστήματα από ανοδιωμένο αλουμίνιο εμφανίζουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης (έως 85% έναντι 55% -60% των συνθετικών πολυκαρβονικών διαχυτών) αλλά και σε αυτήν την περίπτωση η ποιότητα της ανοδίωσης και ο βαθμός καθαροτητας του αλουμινίου είναι οι κρίσιμοι παράγοντες. Στην αγορά απαντώνται φωτιστικά του ίδιου ακριβώς τύπου (ανακλαστήρες ανοδιωμένου αλουμινίου, διπλής παραβολής) των οποίων οι βαθμοί απόδοσης μπορεί αν διαφέρουν και κατά 20 εκατοστιαίες μονάδες. Πρωταρχική αιτία είναι ποιότητα σχεδίασης του ανακλαστήρα καθώς επίσης και η σχετική του θέση σε σχέση με τον λαμπτήρα. Η προσπάθεια ελαχιστοποίησης των διαστάσεων των φωτιστικών και συνεπώς των ανακλαστήρων οδηγεί σε υιοθέτηση μικρότερων διαστάσεων πηγών που δεν είναι πάντα τεχνικά επιτυχής, με αποτέλεσμα ο ίδιος ο λαμπτήρας να αποτελεί εμπόδιο στη φωτεινή ροή που ανακλάται στον ανακλαστήρα. Η σχεδίαση του τελευταίου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί υψηλή εξειδίκευση και προηγμένο λογισμικό. Οι απαιτήσεις αυτές είναι δύσκολο να πληρούνται από μικρούς κατασκευαστές. Γενικά η επένδυση σε φωτιστικά με υψηλότερο κόστος αγοράς, από κατασκευαστές με τεχνογνωσία, αποσβένεται σχετικά γρήγορα.

Ο ρόλος του ανακλαστήρα είναι να εκτρέψει την φωτεινή ροή που εκπέμπεται από τον λαμπτήρα σύμφωνα με την επιθυμητή κατανομή λαμπρότητας αλλά ταυτόχρονα να μην τη μειώσει υπερβολικά.

Ο βαθμός καθαρότητας του αλουμινίου επηρεάζει την απόδοση των ανακλαστήρων και κατ' επέκταση των φωτιστικών σωμάτων. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι οι αποκλίσεις κλάσματος της εκατοστιαίας μονάδας στην καθαρότητα του αλουμινίου επιφέρουν δεκαπλάσια απόκλιση (μερικές εκατοστιαίες μονάδες) στην ανακλαστικότητα των οπτικών του φωτιστικού. Ούτε λόγος βέβαια να γίνεται για οπτικά βαφής φούρνου όπου η απόδοση κατακρίμνίζεται, ειδικότερα δε με την πάροδο του χρόνου οπότε αποσυντίθεται η βαφή και η απόδοση του φωτιστικού μειώνεται σε μικρότερες τιμές του 50%. Μερικές φορές, το οπτικό σύστημα αποτελείται μόνο από περσίδες χωρίς ανακλαστήρα. Είναι προφανές ότι και στην περίπτωση αυτή η απόδοση θα είναι ιδιαίτερα χαμηλή δοθέντος ότι το ήμισυ σχεδόν της φωτεινής ροής των λαμπτήρων θα χάνεται εντός του φωτιστικού.

Η ονομαστική ισχύς του λαμπτήρα δεν είναι το μοναδικό κριτήριο για την επιλογή του. Στο εμπόριο διατίθενται λαμπτήρες με ταυτόσημη ονομαστική ισχύ, χρωματική απόδοση και διαστάσεις αλλά με διαφορετική απόδοση lm/W. Είναι δηλαδή εφικτή η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς καμία αλλαγή στην εγκατάσταση φωτισμού παρά μόνο με

την ορθολογική επιλογή των λαμπτήρων. Η διαδικασία της επιλογής αυτής δεν αποτελεί ειδικές γνώσεις και μπορεί να διεξαχθεί από τεχνικούς της επιχείρησης με απλή έρευνα της αγοράς. Αν δε, οι απαιτήσεις φωτισμού των χώρων το επιτρέπουν είναι εφικτή περαιτέρω εξοικονόμηση με την επιλογή λαμπτήρων διαφορετικής χρωματικής απόχρωσης αλλά καλύτερης απόδοσης lm/W.

Την τελευταία εικοσαετία γνωρίζουν σημαντική εξέλιξη νέες φωτεινές πηγές με επίκεντρο τις διόδους εκπομπής φωτός (LED). Από μετρήσεις του Department of Energy (DOE) των ΗΠΑ προέκυψε ότι σε χαμηλές κλάσεις ισχύος (λίγα W) οι βιδωτοί λαμπτήρες των οποίων ο δώδωνας περιλαμβάνει LED είναι περισσότερο αποδοτική από τους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού. Συνεπώς είναι περισσότερο συμφέρουσα από την άποψη της κατανάλωσης ενέργειας η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεων με βιδωτούς με LED παρά με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού. Αντιθέτως σε υψηλότερες κλάσεις ισχύος (περισσότερα W) η απόδοση των βιδωτών λαμπτήρων με LED είναι ελάχιστα χαμηλότερη (αλλά βελτιώνεται ραγδαία) από τους συμπαγείς φθορισμού καθιστώντας ακόμα οριακά συμφέρουσα, από την άποψη της κατανάλωσης ενέργειας, την αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με συμπαγείς φθορισμού. Αντίστοιχη συγκριτική μέτρηση της απόδοσης σωλήνων με LED που διατίθενται στον εμπόριο υστερούν ακόμα στην παραγωγή φωτεινής ροής σε σύγκριση με τους λαμπτήρες φθορισμού που υποτίθενται ότι προορίζονται να αντικαταστήσουν. Στο μέλλον οι λαμπτήρες φθορισμού ίσως να παραχωρήσουν τη θέση τους σε άλλες φωτεινές πηγές όπως στις διόδους εκπομπής φωτός (LED), καθώς και σε κάποιες άλλες που σήμερα βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

Ανακεφαλαιώνοντας, παρατίθενται ακολούθως τα σημαντικότερα κριτήρια επιλογής φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης και οικονομικών λαμπτήρων :

- Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης (υψηλότερη των 65lumen/W) αντί των απλών.
- Ηλεκτρονικό ballast ή ηλεκτρονικό ballast με δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού αντί του συμβατικού (για εφαρμογές οι οποίες συνδυάζουν την εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού)
- Ballast με υψηλή απόδοση (ballast factor >0,9) εφ' όσον πρόκειται για συμβατικό.
- Κατάργηση των λαμπτήρων πυράκτωσης αλλά και των λαμπτήρων αλογόνου. Πρέπει να τονισθεί σε αυτό το σημείο ο σκεπτικισμός που υπάρχει σε σχέση με την κατάργηση τους από μερίδα σχεδιαστών εξαιτίας της εξαιρετικής ποιότητας φωτισμού.
- Γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού αντί των συμπαγών φθορισμού
- Λαμπτήρες φθορισμού T5 αντί των T8 και T12.
- Λαμπτήρες μεγάλης ονομαστικής ισχύος (κατά συνέπεια επιμήκη φωτιστικά στην περίπτωση του φθορισμού) εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν.
- Φωτιστικά με οπτικό σύστημα υψηλής απόδοσης ώστε ο συνολικός βαθμός απόδοσης (LOR) να είναι μεγαλύτερος του 0,65 (κατά προτίμηση με ανακλαστήρα αλουμινίου υψηλής καθαρότητας και ποιότητας ανοδίωσης) και με ικανοποιητικό συντελεστή συντήρησης.
- Η χρήση φωτιστικών έμμεσου φωτισμού θα πρέπει να συνοδεύεται από αυξημένη απόδοση τους ώστε να μην επηρεάζεται δυσμενώς η εγκατεστημένη ισχύς.
- Προσεκτική επιλογή της θερμοκρασίας χρώματος ανάλογα με την δραστηριότητα.

5.9. Διαχείριση συστήματος φωτισμού [38,39]

Εκτός από τις τεχνολογίες εκμετάλλευσης φυσικού φωτισμού και χρήση φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης (με συνδυασμό αποδοτικών πηγών και ηλεκτρονικών υποστηρικτικών διατάξεων καθώς και οπτικών συστημάτων), ο έλεγχος της διαχείρισης ενέργειας στα συστήματα φωτισμού προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους λειτουργίας τους. Συνοπτικά οι κυριότερες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας με έλεγχο διαχείρισης της ενέργειας στα συστήματα φωτισμού εκτίθενται συνοπτικά κατωτέρω.

Προβλεπόμενος προγραμματισμός (Predictable Scheduling)

Η στρατηγική του προβλεπόμενου προγραμματισμού χρησιμοποιείται σε ένα κτήριο στο οποίο υπάρχουν επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες κατά την διάρκεια της ημέρας και τα φωτιστικά σώματα μπορούν να λειτουργήσουν βάσει σταθερού προγράμματος (π.χ. χρόνος άφιξης και αναχώρησης του προσωπικού, περίοδοι μεσημεριανού γεύματος, ώρες καθαρισμού, σαββατοκύριακα, αργίες κλπ) με την βοήθεια χρονοδιακοπών. Τέτοιες στρατηγικές μπορούν να μειώσουν την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια έως και 40% μέσω της μείωσης της ενέργειας που δαπανάται από τα φωτιστικά που σώματα λειτουργούν σε περιοχές χωρίς προσωπικό.

Μη προβλεπόμενος προγραμματισμός (Unpredictable Scheduling)

Πολλά γεγονότα είναι απρόβλεπτα και απρογραμματίστα, όπως οι απουσίες του προσωπικού από τα γραφεία τους λόγω ασθένειας, διακοπών, συνεδριάσεων και επαγγελματικών ταξιδιών. Διάφοροι χώροι όπως χώροι ανάπαυσης, βοηθητικοί χώροι με φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, δωμάτια με αρχεία, χώροι συσκέψεων, δωμάτια για διαλλείματα εργασίας και δοκιμαστήρια καταστημάτων χρησιμοποιούνται ελάχιστα και δεν μπορούν να προγραμματιστούν εύκολα. Στρατηγικές με μη προβλεπόμενο προγραμματισμό που χρησιμοποιούν αισθητήρες παρουσίας – κίνησης μπορούν αν εξοικονομούν ενέργεια έως και 60% σε ορισμένες περιπτώσεις.

Διατήρηση των επιπέδων φωτισμού (Lumen maintenance)

Ένα συμβατικό σύστημα φωτισμού υπερ-διαστασιολογείται ώστε να αντισταθμιστεί η βαθμιαία μείωση της απόδοσής του συν τω χρόνω λόγω της φθοράς και της ρύπανσης των υλικών του (οπτικό σύστημα, λαμπτήρες κ.λ.π). Συνεπώς ο χώρος φωτίζεται αρχικά περισσότερο από τις απαιτήσεις του ώστε με την μείωση που θα επέλθει με τον χρόνο να μην πέσει κάτω από αυτό που καθορίζουν οι προδιαγραφές. Άρα σε όλο τον χρόνο η εγκατάσταση λειτουργεί στην ονομαστική (μέγιστη) ισχύ του καταναλώνοντας περισσότερο για να αντισταθμίσει την απώλεια που θα επιφέρει σταδιακά η φθορά και η ρύπανση των υλικών της. Αντιθέτως σε ένα σύστημα με αυτόματο έλεγχο των επιπέδων του φωτισμού, οι αισθητήρες αντιλαμβάνονται την περίσσεια φωτός και μειώνουν την ισχύ των φωτιστικών. Συν τω χρόνω, οι αισθητήρες αντιλαμβάνονται την μείωση της στάθμης φωτισμού λόγω τις φθοράς και της ρύπανσης των υλικών, και αυξάνουν την ισχύ των φωτιστικών για να αντισταθμίσουν την μειωμένη απόδοση. Άρα, τα επίπεδα φωτισμού παραμένουν σταθερά. Ταυτόχρονα εξοικονομείται ενέργεια, αφού η ισχύς αυξάνεται σταδιακά μέχρι την μέγιστη τιμή της, που έχει συνεχώς ένα σύστημα χωρίς ρύθμιση των επιπέδων φωτισμού στην αρχή της λειτουργίας του. Η στρατηγική ελέγχου διατήρησης των

επιπέδων φωτισμού μπορεί να πραγματοποιηθεί με την βοήθεια συστήματος που ρυθμίζει την στάθμη του φωτισμού (dimming system) και τους αισθητήρες φωτισμού. Το σύστημα ελέγχου με διατήρηση των επιπέδων φωτισμού είναι οικονομικά αποδοτικότερο όταν ελέγχονται από κοινού μεγάλες συστοιχίες φωτιστικών σωμάτων.

Ρύθμιση των επιπέδων φωτισμού ανά περιοχή εκτέλεσης εργασιών (Task Turing).

Συνήθως το σύστημα φωτισμού σχεδιάζεται με σκοπό να διασφαλίζει ομοιόμορφα επίπεδα φωτισμού σε όλο το χώρο που τοποθετείται. Παρόλα αυτά με την στρατηγική ελέγχου ρύθμισης των επιπέδων φωτισμού ανά περιοχή, το σύστημα φωτισμού μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να παρέχει τον κατάλληλο τοπικό φωτισμό, όπου απαιτείται. Τα επίπεδα φωτισμού μπορούν αν μειωθούν σε χώρους όπως είναι οι διάδρομοι και οι χώροι υποδοχής και να αυξηθούν σε περιοχές όπου υπάρχουν υψηλές απαιτήσεις σε επίπεδα φωτισμού. Εξ άλλου η διαφοροποίηση των επιπέδων φωτισμού ανάμεσα στην επιφάνεια εργασίας και στην περιβάλλουσα επιφάνεια (στον ίδιο χώρο) προβλέπεται από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464-1'

Εξομάλυνση φορτίου και μείωση της ζήτησης ισχύος. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο φωτισμό μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την μείωση της ζήτησης ισχύος για μικρές χρονικές περιόδους. Η επιλεκτική μείωση της έντασης φωτισμού στους λιγότερο σημαντικούς χώρους του κτηρίου μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε περιοχές όπου η μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζεται το καλοκαίρι. Μια σχετική μείωση στην ισχύ για φωτισμό μπορεί να μειώσει έμμεσα την ισχύ για κλιματισμό. Η υιοθέτηση της συγκεκριμένης στρατηγικής θα πρέπει να μην είναι ενοχλητική στους χρήστες του χώρου. Να τονισθεί σε αυτό το σημείο ότι η φωτεινότητα (υποκειμενική αίσθηση της λαμπρότητας) δεν είναι άμεσα ανάλογη με τα επίπεδα φωτισμού. Σε γενικές γραμμές μια μείωση των επιπέδων φωτισμού κατά 10% δεν γίνεται αντιληπτή από το 90% των χρηστών του χώρου. Οι έλεγχοι με μείωση της ζήτησης ισχύος είναι αρκετά αποδοτική όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας στις ώρες αιχμής.

Χειροκίνητος έλεγχος. Δεδομένου ότι η εξοικονόμηση ενέργειας εξαρτάται από την προθυμία των χρηστών να χρησιμοποιήσουν το σύστημα διακοπών, η ευκολία και η ευελιξία του ανοίγματος και κλεισίματος των διακοπών έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο σωστός σχεδιασμός ενός συστήματος φωτισμού με κυκλώματα φωτισμού και διακόπτες θα πρέπει να βασίζεται στις ακόλουθες οδηγίες :

- Κάθε ανεξάρτητο γραφείο πρέπει να έχει το δικό του διακόπτη ελέγχου, με δυνατότητα επιλογής δύο επιπέδων φωτισμού (ιδιαίτερα εάν είναι μεγαλύτερο των 15m²)
- Σε γραφεία που βρίσκονται σε μεγάλους και ανοιχτούς χώρους, οι χώροι εργασίας με κοινή χρήση και ίδια επίπεδα φωτισμού πρέπει να ομαδοποιούνται σε ένα κύκλωμα φωτισμού.
- Όταν υπάρχουν φωτιστικά σώματα με τρεις ή τέσσερις λαμπτήρες φωτισμού, τότε οι μεσαίοι λαμπτήρες πρέπει να συνδεθούν σε ένα ξεχωριστό κύκλωμα ανεξάρτητα από τους εξωτερικούς λαμπτήρες. Αυτή η συνδεσμολογία παράγει διαφορετικά επίπεδα φωτισμού ανάλογα με τον αριθμό των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται.
- Όταν υπάρχουν αρκετά φωτιστικά σώματα σε έναν ενιαίο χώρο, τότε τα γειτονικά φωτιστικά σώματα πρέπει να τοποθετούνται σε κυκλώματα εναλλάξ έτσι ώστε να υπάρχει επιλογή επιπέδου φωτισμού με μισή ένταση.
- Χώροι με υψηλές απαιτήσεις φωτισμού πρέπει να διαθέτουν χωριστούς διακόπτες από άλλους χώρους με χαμηλότερες απαιτήσεις φωτισμού.

- Αυτοκόλλητες ετικέτες που θα τοποθετηθούν στους διακόπτες φωτισμού μπορούν να υπενθυμίζουν στους χρήστες να χρησιμοποιούν σωστά τους διακόπτες.

5.10. Εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγή ZNX [35,36]

Η παραγωγή και κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ιδιαίτερα σε ορισμένες χρήσεις κτηρίων (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κατοικίες) είναι ένα πολύ σημαντικό θερμικό φορτίο και επιβαρύνει ενεργειακά τα κτήρια σε ποσοστό 10 έως και 25% ανάλογα την τελική ζήτηση (καθαριότητα, μαγείρεμα, πλυντήρια, αποστείρωση). Επειδή η παραγωγή του ιδιαίτερα στις υφιστάμενες κατοικίες γίνεται με την χρήση ηλεκτρικών θερμαντήρων, η επιβάρυνση είναι ακόμα μεγαλύτερη με την αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια. Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμες τεχνολογίες που μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση θερμικής ενέργειας για ZNX ενώ η σωστή επιλογή συστημάτων καθώς και η σωστή διαχείριση τους, συμβάλουν επίσης αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι πιο αποτελεσματικοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης περιγράφονται παρακάτω.

Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ZNX: Σε κάθε περίπτωση παραγωγής Z.N.X. από ηλιακούς συλλέκτης με ταμιευτήρα (θερμαντήρα) εγκατεστημένο στο εξωτερικό περιβάλλον, δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται παράλληλα άλλη (εφεδρική) θέρμανση του νερού από κάποια συμβατική πηγή θερμότητας (ηλεκτρική αντίσταση, εναλλάκτης – σερπαντίνα για ζεστό νερό προερχόμενο από λέβητα) εντός του ταμιευτήρα. Σε αυτή των περίπτωση ο καλύτερος τρόπος κάλυψης των υπόλοιπων απαιτούμενων θερμικών φορτίων για παραγωγή νερού χρήσης μέσω εναλλάκτη άλλου ταμιευτήρα (θερμαντήρα) που θα εγκατασταθεί εντός του κτηρίου. Η ιδανική περίπτωση είναι αυτός ο ταμιευτήρας να θερμαίνεται άμεσα ή έμμεσα με καύση φυσικού αερίου.

Χρήση φυσικού αερίου ή και υγραερίου για την θέρμανσή του ZNX. Η χρήση φυσικού αερίου και ακόμα περισσότερο η χρήση της τεχνολογίας συμπυκνώσεως, μπορεί να μειώσει τις εκπομπές CO₂ κατά 80% σε σχέση με την ηλεκτρική αντίσταση και έως και 30% σε σχέση με τον λέβητα πετρελαίου.

Χρήση ταχυθερμαντήρα αντί ταμιευτήρα. Ο ταχυθερμαντήρας θερμαίνει το ZNX την στιγμή που καταναλώνεται, αποφεύγοντας έτσι τις θερμικές απώλειες αναμονής οι οποίες μπορεί να είναι, σε μερικές περιπτώσεις, ακόμα και συγκρίσιμες με την ωφέλιμη ενέργεια. Υπάρχουν ηλεκτρικοί ταχυθερμαντήρες και αερίου. Οι ταχυθερμαντήρες αερίου (είτε άμεσοι, δηλαδή εναλλάκτες καυσαερίων, Z.N.X., είτε έμμεσοι, δηλαδή πλακοειδείς εναλλάκτες με νερό θερμαινόμενο από καύση αερίου) παράγουν λιγότερο CO₂ από τους αντίστοιχους ηλεκτρικούς(πρακτικά έως και πέντε φορές λιγότερο). Επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις ο ταχυθερμαντήρας μπορεί να μην είναι αρκετός για την κάλυψη αυξημένης ζήτησης Z.N.X. σε ένα κτήριο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυαστικός τύπος μονάδας ταχυθερμαντήρα και μικρού ταμιευτήρα.

Ηλιακός θερμοσίφωνα σε συνδυασμό με ταχυθερμαντήρα. Στην περίπτωση ύπαρξης ηλιακού θερμοσίφωνα ο συνδυασμός αυτού με έναν ταχυθερμαντήρα αποτελεί ιδανική περίπτωση για την εξοικονόμηση ενέργειας με τις ελάχιστες δυνατές παρεμβάσεις. Σε αυτή την περίπτωση το ZNX οδηγείται από τον ηλιακό θερμοσίφωνα μέσω του ταχυθερμαντήρα (πχ ενός επίτοιχου λέβητα αερίου) στα σημεία κατανάλωσης. Ο ταχυθερμαντήρας σε αυτή την περίπτωση λειτουργεί ως μεταθερμαντής του ζεστού νερού από τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Απαραίτητη σε αυτή την περίπτωση είναι και η χρήση μιας θερμοστατικής βαλβίδας η οποία δεν επιτρέπει την είσοδο πολύ ζεστού νερού (πχ άνω των 50° C) μέσα από τον λέβητα /ταχυθερμαντήρα.

Χρήση αντλίας θερμότητας αέρα νερού για την παραγωγή Z.N.X. Η χρήση αντλίας θερμότητας για την παραγωγή του Z.N.X. μπορεί να είναι έως και 4 φορές οικονομικότερη και λιγότερο επιβαρυντική για το περιβάλλον σε σχέση με τον απλό ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, αφού το SCOP της μπορεί να φτάσει μέχρι και την τιμή 4. Αυτή η αντλία θερμότητας μπορεί ακόμα αντί να αντλεί θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον να την αντλεί από το εσωτερικό του κτηρίου συμβάλλοντας έτσι στον εξερισμό του κτηρίου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η ανάκτηση της θερμότητας τη οποία έτσι και αλλιώς θα απορρίπταμε στο περιβάλλον με τον εξερισμό και αυξάνεται περαιτέρω το COP, ειδικά κατά τους χειμερινούς μήνες αφού ο αέρας από τον οποίο αντλείται θερμότητα είναι υψηλότερης θερμοκρασίας από τον εξωτερικό αέρα.

Χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για την παραγωγή Z.N.X. Αποτελεί μια ιδανική ενεργειακά περίπτωση. Συνδυάζεται σχεδόν πάντα με την παραγωγή θέρμανσης ή και ψύξης. Στην περίπτωση της ψύξης μπορεί να συνδυαστεί με ανάκτηση θερμότητας, δηλαδή με χρήση της απορριπτόμενης θερμότητας από τον ψυκτικό κύκλο για την θέρμανση του Z.N.X. Σε αυτή την περίπτωση το μέρος της ισχύος που εναλλάσσεται μεταξύ του ψυκτικού κύκλου και της παραγωγής Z.N.X. είναι ουσιαστικά δωρεάν.

Απενεργοποίηση της ανακυκλοφορίας. Οι απώλειες της ανακυκλοφορίας του Z.N.X. μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλές, σε μερικές περιπτώσεις διπλασιάζουν την απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του Z.N.X. Η ανακυκλοφορία σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να λειτουργεί ανεξέλεγκτα. Θα πρέπει να οδηγείται είτε από χρονοπρόγραμμα, το οποίο θα έχει επιλεγεί με βάση τις πραγματικές συνήθειες των χρηστών είτε από κομβίο με το οποίο ο χρήστης θα την ενεργοποιεί λίγο πριν την χρήση Z.N.X.

Επιλογή χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης του Z.N.X. Στην περίπτωση αποθήκευσης Z.N.X. σε ταμιευτήρες (θερμαντήρες) προτείνεται να γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (γύρω στους 50° C). Αυτό συνεπάγεται την πιο γρήγορη αποφόρτιση (κατανάλωση του νερού) του ταμιευτήρα λόγω της χρήσης και τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το περίβλημα του προς τον χώρο στον οποίο είναι εγκατεστημένος. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα για την εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών υγιεινής, δηλαδή τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα με την χρήση κατάλληλων αυτοματισμών το περιεχόμενο του ταμιευτήρα να θερμαίνεται μέχρι τους 70° C για την καταστροφή της λεγιονέλας.

Μονώσεις των σωληνώσεων Z.N.X. Όταν η απόσταση μεταξύ των παραγωγής/ αποθήκευσης και λήψης Z.N.X είναι μεγάλη, οι μονώσεις του δικτύου διανομής Z.N.X. είναι σημαντικές για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται ανακυκλοφορία σε μεγάλες κτηριακές εγκαταστάσεις, οι θερμικές απώλειες λόγω έλλειψης μόνωσης του δικτύου διανομής μπορεί να είναι πολύ μεγάλες.

Θέση του ταμιευτήρα και μόνωση αυτού. Οι θερμικές απώλειες του ταμιευτήρα αυξάνονται όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας του περιεχομένου του και του περιβάλλοντος χώρου και όσο ανεπαρκής είναι η μόνωση των τοιχωμάτων του. Για αυτούς τους λόγους θα πρέπει, κατά το δυνατόν, ο ταμιευτήρας (θερμαντήρας) να εγκαθίσταται σε εσωτερικούς χώρους θερμαινόμενους ή μη θερμαινόμενους και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατάσταση της μόνωσης του ταμιευτήρα (αν έχει καταστραφεί ή αλλοιωθεί).

5.11 Αυτοματισμοί [37]

Η ένταξη συστημάτων αυτόματου ελέγχου στις κτηριακές εγκαταστάσεις έχουν ως αποτέλεσμα (εφόσον οι ρυθμίσεις γίνουν σωστά) την ορθολογική και βέλτιστη χρήση των συστημάτων (παθητικών ή ενεργητικών) για θέρμανση, ψύξη, αερισμό και φωτισμό των κτηρίων, η οποία συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι αυτοματισμοί και οι ρυθμίσεις επιδρούν σημαντικά στην καλή λειτουργία των εγκαταστάσεων. Βασικός στόχος είναι η εξασφάλιση συνθηκών άνεσης και οικονομικής λειτουργίας. Σε πολύ μικρές εγκαταστάσεις είναι οικονομικά ασύμφορο να χρησιμοποιηθούν πολύπλοκα συστήματα αυτοματισμών, όπου ένα βασικό στοιχείο περιορισμού του λειτουργικού κόστους συνδέεται με τον προσεκτικό καθορισμό των χρονικών ορίων στα οποία θα λειτουργεί η εγκατάσταση, καθώς και των συνθηκών θερμικής άνεσης. Πολύ σημαντικός παράγοντας σε αυτό είναι και η ρύθμιση με βάση την εξωτερική θερμοκρασία δεδομένου ότι η θερμική άνεση επιτυγχάνεται έτσι με ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης. Επιπλέον, η απαίτηση για ψύξη μπορεί να μειωθεί με την εκμετάλλευση του νυχτερινού δροσερού αέρα ώστε να μειωθεί σημαντικά η απαίτηση για μηχανική ψύξη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση ενός συστήματος ελέγχου που να χειρίζεται με κινητήρα τα παράθυρα ή τα στόμια αερισμού.

Επειδή ο χρήστης είτε δεν γνωρίζει, είτε δεν μπορεί (π.χ. ο νυχτερινός δροσισμός λειτουργεί αργά το βράδυ μέχρι τις πρώτες πρωινές ώρες) να εκτελέσει τις σύνθετες λειτουργίες των συστημάτων ελέγχου, η χρησιμοποίηση αυτοματισμών αντιμετωπίζει αυτό ακριβώς το θέμα. Η περαιτέρω βελτίωση της λειτουργίας των αυτοματισμών είναι η μετατροπή των συστημάτων σε πλήρως αυτόματα και εν συνεχεία σε « έξυπνα κτήρια». Ο ψηφιακός έλεγχος είναι συνήθως βασικός για την βελτιστοποίηση του συστήματος, αφού με αυτόν επιτυγχάνονται ρυθμίσεις υψηλής ακρίβειας με μικρή απόκλιση, σε σχέση με τον αναλογικό.

5.11.1. Σχεδιασμός κεντρικών διατάξεων αυτοματισμού

Η χρήση συστημάτων αυτόματου ελέγχου των Η/Μ εγκαταστάσεων μειώνει σημαντικά την ενέργεια που καταναλώνεται ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, κλιματισμός, κ.α.). Τα συστήματα αυτόματου ελέγχου μπορεί να είναι τοπικά (λειτουργία σε τοπικό επίπεδο) και να ελέγχουν ένα μεμονωμένο σύστημα ή να ελέγχουν κεντρικά ολόκληρα συστήματα. Οι τοπικές διατάξεις ελέγχου, έχουν την δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας π.χ. μιας αντλίας (μέσω ρυθμιστών στροφών (inverter) για ρύθμιση στροφών λειτουργίας στα μερικά φορτία), ενός σώματος καλοριφέρ (μέσω θερμοστατικής βάνας) ή του δικτύου διανομής (μέσω θερμοστάτη αντιστάθμισης για την ρύθμιση της θερμοκρασίας του μέσου μεταφοράς) ή ενός φωτιστικού (με τοπικό αισθητήρας παρουσίας) κτλ. Αντίστοιχα, τα κεντρικά συστήματα αυτόματου ελέγχου (συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων – Building Energy Management System –BEMS), εφαρμόζονται για τον συνολικό έλεγχο όλων των Η/Μ εγκαταστάσεων και ελέγχου της εγκατάστασης θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και αερισμού, φωτισμού καθώς και παρακολούθηση των καταναλώσεων ηλεκτρισμού κυρίως, αλλά σε πολλές περιπτώσεις και νερού, πετρελαίου ή φυσικού αερίου κ.α.

Σε περίπτωση που οι Η/Μ εγκαταστάσεις διαθέτουν κάποιο σύστημα αυτόματου ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας (κεντρική ή τοπική), τότε η ενέργεια για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων ανά τελική χρήση μειώνεται. Η μείωση μπορεί και πρέπει να

προσδιορίζεται από κατάλληλους υπολογισμούς ή εναλλακτικά να εκτιμάται ανάλογα με το είδος των αυτοματισμών, όπως συμβαίνει συνήθως σε μια ενεργειακή επιθεώρηση. Αντίθετα, όταν δεν υπάρχει καμία διάταξη αυτομάτου ελέγχου, η ενέργεια για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων αυξάνεται. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και πρότυπα το ποσοστό μείωσης ή αύξησης της απαιτούμενης ενέργειας υπολογίζεται βάσει του συντελεστή διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) ενέργειας ανά τελική χρήση, (θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό). Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15232:2007, προτείνονται δύο συντελεστές διόρθωσης, έναν για την διόρθωση του απαιτούμενου θερμικού ή και ψυκτικού φορτίου και ένας για την διόρθωση της τελικής ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων. Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης διαμορφώνεται ανάλογα το είδος των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και τον αριθμό των Η/Μ συστημάτων του κτηρίου που ελέγχονται. Στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15232:2007, ορίζονται τέσσερις κατηγορίες Α, Β, Γ, Δ. Οι κατηγορίες αυτές δίνονται αναλυτικά και στον πίνακα 5.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

Οι κεντρικές διατάξεις αυτοματισμών έχουν σημαντικό κόστος όταν τοποθετούνται σε υφιστάμενες Η/Μ εγκαταστάσεις και μικρότερο όταν τοποθετούνται εξ' αρχής σε καινούρια κτήρια ή ριζικά ανακαινιζόμενα. Ο αριθμός των εγκαταστάσεων και των συσκευών που ελέγχουν καθορίζουν την πολυπλοκότητα και το κόστος. Για τον περιορισμό αυτού του κόστους επιλέγονται συστήματα αυτοματισμού που ελαχιστοποιούν το κόστος ενώ η λειτουργία των εγκαταστάσεων είναι συνήθως αυτόνομη ανά εγκατάσταση (π.χ. μια διάταξη αυτοματισμών για τον έλεγχο του φωτισμού, μια για τον έλεγχο της θέρμανσης). Ειδικά στο οικιακό τομέα τα συστήματα τα οποία επιλέγονται για τα υφιστάμενα κτήρια είναι συνήθως τοπικά συστήματα τα οποία ελέγχουν ανεξάρτητα συγκεκριμένες εγκαταστάσεις, όπως π.χ. ένα σύστημα αντιστάθμισης της εξωτερικής θερμοκρασίας με χρήση θερμοστατικού ελέγχου σε κάθε τερματική μονάδα, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα αυτοματισμού για τον πλήρη έλεγχο της εγκατάστασης θέρμανσης μιας πολυκατοικίας. Αν μάλιστα στο σύστημα αυτό προστεθεί και σύστημα υδραυλικής εξισορρόπησης η εγκατάσταση παρουσιάζει ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση.

5.11.1.1. Κεντρικά συστήματα αυτόματου ελέγχου κτηριακών εγκαταστάσεων

Τα συστήματα αυτά αναλαμβάνουν την αφή και σβέση του φωτισμού, ρυθμίζουν την λειτουργία ολόκληρης της εγκατάστασης θέρμανσης, ψύξης ή και κλιματισμού, στον οικιακό τομέα, ενώ στον τριτογενή επιπλέον ελέγχουν τις εγκαταστάσεις αερισμού και τις κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Σε πολλές περιπτώσεις τα συστήματα αυτά ελέγχουν – παρακολουθούν την λειτουργία και των υπολοίπων εγκαταστάσεων, όπως διανομή ηλεκτρισμού, αντλιοστάσια, παρακολουθούν την λειτουργία των συστημάτων ηλεκτρογεννητριών, ανελκυστήρων πυρόσβεσης, ασφάλειας κλπ. Παράλληλα αυτά τα συστήματα παρέχουν πολλές δυνατότητες ρυθμίσεων ενώ ταυτόχρονα κάνουν και μετρήσεις καταναλώσεων. Αυτά τα συστήματα αυτοματισμού είναι ψηφιακά, συνεργάζονται με κατάλληλες μονάδες επεξεργασίας και συνήθως ελέγχονται από Η/Υ. Αποτελούν τα λεγόμενα Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων (BMS) ή επιπλέον συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων (BEMS), αφού με την λειτουργία τους μπορούν να διαχειριστούν όλες τις ενεργοβόρες εγκαταστάσεις και μειώνουν σημαντικά την κατανάλωση. Καθίσταται έτσι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των ενεργειακών εγκαταστάσεων από ένα κεντρικό σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και η καταγραφή της ενεργειακής

συμπεριφοράς των συστημάτων τα οποία είναι εγκατεστημένα στο κτήριο και η δημιουργία αρχείου με στατικά στοιχεία.

Τα στοιχεία BEMS βασίζεται σε διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και το σύστημα EUROPEAN INSTALLATION (EIB). Τα συστήματα BEMS μπορούν να εφαρμοστούν είτε τοπικά σε μεμονωμένα μεγάλα κτήρια είτε, μέσω τηλεφωνικής ή διαδικτυακής επικοινωνίας, σε απομακρυσμένα κτήρια και σε ομάδες κτηρίων.

Το σύστημα BEMS χαρακτηρίζει το κτήριο ως "έξυπνο". Αποτελείται κυρίως (και στις περισσότερες των περιπτώσεων) από τα εξής τμήματα :

1. Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου (επιτελεί τον προγραμματισμό και τον χειρισμό του συστήματος)
2. Αισθητήρια όργανα τα οποία μετρούν τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου όπως π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα αέρα, στάθμη φωτισμού κ.α. Τα περισσότερα από αυτά είναι όμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται στους συμβατικούς αυτοματισμούς
3. Συσκευές εκτέλεσης εντολών οι οποίες μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας των διαφόρων εγκαταστάσεων (θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, κλιματισμού, αερισμού κλπ) οι οποίες συνδεδεμένες με το σύστημα BEMS. Οι συσκευές αυτές είναι ηλεκτρονόμοι (ρελέ), ηλεκτροβάνες, κυκλοφορητές, ρεοστάτες (dimmers) που διακόπτουν ή ενεργοποιούν συσκευές ή αλλάζουν τις τιμές εξόδου των τερματικών συσκευών ή των φωτιστικών. Οι περισσότερες αυτές είναι όμοιες με τις διατάξεις των συμβατικών συστημάτων αυτοματισμών
4. Ελεγκτές που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονίζουν όλες τις εγκαταστάσεις και αποτελούν, ουσιαστικά, τον «εγκέφαλο» του συστήματος, αφού ανάλογα με τις ενδείξεις των αισθητήριων επιλέγουν τον τρόπο λειτουργίας των εγκαταστάσεων και δίνουν εντολές στις συσκευές εκτέλεσης, ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές συνθήκες εντός του κτηρίου ή ενός χώρου.
5. Διατάξεις επικοινωνίας – διασύνδεσης συστημάτων. Μέσω αυτών γίνεται επικοινωνία μεταξύ των αισθητήριων, των ελεγκτών, των συσκευών εκτέλεσης εντολών και του κεντρικού σταθμού παρακολούθησης και ελέγχου. Μπορεί σε νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια να είναι κατάλληλες καλωδιώσεις. Σε υφιστάμενα κτήρια είναι συνήθως συσκευές ασύρματης επικοινωνίας, οι οποίες μειώνουν σημαντικά το κόστος της εγκατάστασης τους, και προτιμώνται αφού έχουν επιπλέον και το πλεονέκτημα της πολύ γρήγορης και σχετικά εύκολης εγκατάστασης.
6. Χειριστήρια. Αυτά είναι συσκευές είτε τοπικές μόνιμα τοποθετημένες (π.χ. σε ένα τοίχο), είτε για την λειτουργία των διαφόρων εγκαταστάσεων. Με την χρήση των διαφόρων χειριστηρίων ο χρήστης επεμβαίνει και αλλάζει τη λειτουργία των εγκαταστάσεων πέρα από το πρόγραμμα λειτουργίας το οποίο έχει καθορίσει στην κεντρική μονάδα ελέγχου. Έτσι π.χ. ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την ένταση φωτισμού σε ένα χώρο ανάλογα με τη διάθεση του και όχι με το πρόγραμμα που έχει θέση στο σύστημα ελέγχου φωτισμού.

Το σύστημα λειτουργεί με την ακόλουθη διαδικασία : Με την ενεργοποίηση του εκκινούνται τα αισθητήρια και τα μετρητικά όργανα, τα οποία ελέγχουν τις ισχύουσες παραμέτρους και μεταβλητές (π.χ. θερμοκρασία χώρου και θερμοκρασία περιβάλλοντος). Ανάλογα με τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων και ελέγχων γίνονται οι απαιτούμενες διορθωτικές ενέργειες (π.χ. μειώνεται η ένταση φωτισμού από τους λαμπτήρες όταν

υπάρχει φυσικό φως). Μετά την εκτέλεση αυτών των ενεργειών γίνεται επίβλεψη των εγκαταστάσεων και έλεγχος της κατανάλωσης ενέργειας, ενώ ανάλογα με τα αποτελέσματα των συνεχών ρυθμίσεων γίνονται παρεμβάσεις από το σύστημα ώστε να επικρατούν οι συνθήκες άνεσης και λειτουργίας που έχουν οριστεί. Με βάση αυτή την αλληλουχία και τη λειτουργία. Στον αυτόματο έλεγχο συστημάτων θέρμανσης/ ψύξης χρησιμοποιούνται δύο τύποι ρυθμίσεων: ανοιχτού και κλειστού βρόχου (με ανάδραση δηλαδή). Για την καλύτερη κατανόηση των δύο αυτών συστημάτων δίνεται το παρακάτω παράδειγμα που αφορά μια εγκατάσταση θέρμανσης/ ψύξης με αέρα. Σε ένα τέτοιο σύστημα ο αέρας θερμαίνεται/ ψύχεται διερχόμενος από στοιχείο εναλλάκτη στον οποίο κυκλοφορεί θερμό/ ψυχρό νερό. Τοποθετείται ένα θερμόμετρο (αισθητήρας στοιχείο μέτρησης) στον εναλλάκτη το οποίο μετρά την θερμοκρασία του εναλλάκτη. Η μετρούμενη τιμή μεταβιβάζεται στο ρυθμιστή όπου εκεί θα συγκριθεί με την επιθυμητή τιμή (setting point). Εάν διαπιστωθεί διαφορά μεταξύ των δύο τιμών, ο ρυθμιστής θα δώσει ένα σήμα διόρθωσης προς την βάννα (στοιχείο ενεργοποίησης ή ρύθμισης) μειώνοντας ή αυξάνοντας την παροχή του ζεστού/ κρύου νερού (ρυθμιζόμενο μέσο) ώστε να εξισωθούν οι δύο τιμές θερμοκρασίας. Καθώς η θερμοκρασία του αέρα είναι μέγεθος ρύθμισης εισόδου και η θερμοκρασία του θερμού νερού είναι το μέγεθος μετατροπής, η κάθε μεταβολή του ενός μεγέθους προκαλεί μεταβολή στο άλλο μέσω της διάταξης ρύθμισης. Όταν λοιπόν η θερμοκρασία του αέρα αποκλίνει από την επιθυμητή τιμή, το σύστημα ρύθμισης με την δράση του μέσω της θερμοκρασίας του νερού επαναφέρει τη ρυθμιζόμενη μεταβλητή στην επιθυμητή θέση. Η ρύθμιση λοιπόν στο κύκλωμα γίνεται τότε σε κλειστό βρόχο. Εάν η ρύθμιση της βάννας του ζεστού νερού γίνεται με βάση τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, ο βρόχος θα είναι ανοιχτός, καθώς με κανένα τρόπο η θερμοκρασία του χώρου δεν επηρεάζει την ρύθμιση. Βέβαια αυτή η περίπτωση πλέον δεν είναι συνηθισμένη και στα σύγχρονα συστήματα δεν εφαρμόζεται ανοιχτός βρόχος.

5.11.1.2. Θερμοστατικές ρυθμίσεις

Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου. Σε μονοκατοικίες ή σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις με μονοσωλήνιο ή δισωλήνιο δίκτυο, ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης μπορεί να γίνει με την εγκατάσταση χειροκίνητης ή θερμοστατικής βαλβίδας στα καλοριφέρ. Η θερμοστατική κεφαλή ρυθμίζει την κυκλοφορία του ζεστού νερού στο καλοριφέρ, μέσω του διακόπτη, ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία. Με τις θερμοστατικές βαλβίδες προσαρμόζεται η λειτουργία κάθε σώματος καλοριφέρ, ανάλογα με τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες και τα πιθανά ηλιακά ή άλλα εσωτερικά θερμικά κέρδη. Σε μια πολυκατοικία θα πρέπει, παράλληλα, να τοποθετηθούν και θερμοδομετρητές, έτσι ώστε να πιστοποιείται η λειτουργία των σωμάτων καλοριφέρ, να ελέγχεται η πραγματική χρήση τους και η ποσότητα της θερμότητας που αποδίδεται στον χώρο, για να χρεώνεται ο χρήσης ανάλογα.

Με τους προγραμματιζόμενους θερμοστάτες προσφέρεται η δυνατότητα προγραμματισμού των λειτουργιών για διάφορες περιόδους (π.χ. ημερήσιο ή και εβδομαδιαίο πρόγραμμα, με τις επιθυμητές θερμοκρασίες για συγκεκριμένες περιόδους). Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η αμέλεια που μπορεί να επιδείξει ένας χρήστης στο να ρυθμίσει έναν χειροκίνητο θερμοστάτη. Το βράδυ ή τις περιόδους που δεν χρειάζεται να λειτουργεί συνεχώς η θέρμανση (εάν οι χρήστες απουσιάζουν για κάποιες ώρες από το σπίτι ή εάν είναι χώρος γραφείου με συγκεκριμένες ώρες λειτουργίας) μπορεί να ρυθμίζεται ο θερμοστάτης πιο χαμηλά. Για κάθε βαθμό που μειώνεται η ρύθμιση του θερμοστάτη, για μια περίοδο περίπου 8 ωρών, μειώνεται κατά περίπου 1-2% η κατανάλωση ενέργειας. Με την χρήση χρονοδιακοπών ελέγχονται οι διάφορες καταναλώσεις ώστε η χρήση τους να μην είναι άσκοπη και ενεργοβόρα.

Αντίστοιχα στις εγκαταστάσεις ψύξης/κλιματισμού χρησιμοποιούνται θερμοστάτες όπως και στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, για τον έλεγχο των χώρων και των θερμικών ζωνών. Τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας ανά βαθμό όταν ρυθμίζονται οι θερμοστάτες προς τα πάνω είναι αντίστοιχα με τις εγκαταστάσεις θέρμανσης.

5.11.2. Συστήματα ελέγχου φωτισμού

Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού διακόπτουν και ρυθμίζουν την φωτεινή ροή φωτιστικών σωμάτων, δημιουργούν σενάρια φωτισμού (σκηνές φωτισμού) και διαχειρίζονται τόσο στο χώρο όσο και στον χρόνο. Η επιλογή ενός συστήματος εξαρτάται από το μέγεθος του συστήματος φωτισμού, τις απαιτήσεις όσον αφορά στη δυνατότητα ελέγχου, την φιλικότητα προς τον χρήστη και οικονομικές παραμέτρους.

Τα ψηφιακά συστήματα που επιτρέπουν στην ανεξάρτητη διαχείριση των φωτιστικών παρέχουν μεγάλη ευελιξία. Επιπλέον, είναι ιδιαίτερος φιλικά προς τον χρήστη περιλαμβάνοντας εύκολο προγραμματισμό και λειτουργία μαζί με μια απλή διαδικασία εγκατάστασης. Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού μπορούν να ενσωματωθούν ως υποσύστημα σε ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας κτηρίου και να βοηθήσουν σημαντικά στην ορθολογική χρήση του συστήματος φωτισμού συνδυάζοντας οπτική άνεση και σημαντική οικονομία.

5.11.2.1. Βασικές στρατηγικές ελέγχου.

Έλεγχος εξωτερικού φωτισμού

Θα πρέπει να εξασφαλιστεί η λειτουργία του συστήματος εξωτερικού φωτισμού όταν επικρατούν συνθήκες σκότους στον εξωτερικό χώρο και απενεργοποίηση του όταν υπάρχει αρκετό φως ή όταν στη περιοχή δεν υπάρχουν άνθρωποι. Ο έλεγχος εξωτερικού φωτισμού χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες φωτισμού :

- Εξωτερικά φώτα ασφαλείας, περιλαμβάνονται όλα τα φωτιστικά που ανάβουν στο σούρουπο και παραμένουν αναμμένα για όλη τη νύχτα μέχρι το ξημέρωμα, εωσότου υπάρχει επαρκές φυσικό φως.
- Γενικός εξωτερικός φωτισμός, φωτισμός που είναι ενεργοποιημένος κατά την διάρκεια της νύχτας και απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει παρουσία ανθρώπου.

5.11.2.2. Αισθητήρες και πίνακες ελέγχου

Οι απλές εφαρμογές φωτισμού απαιτούν μόνο το πάτημα ενός κουμπιού για να λειτουργήσει το σύστημα ελέγχου φωτισμού. Για πιο εξελιγμένες εφαρμογές υπάρχουν αισθητήρες και πίνακες ελέγχου με οθόνες οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προγραμματιστεί το σύστημα φωτισμού. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνήθως χρησιμοποιείται κατάλληλο τηλεχειριστήριο με την βοήθεια του οποίου ελέγχεται το σύστημα φωτισμού από απόσταση.

Αισθητήρα παρουσίας (Occupancy Sensor OS)

Αποτελείται από έναν υπέρυθρο αισθητήρα κίνησης ο οποίος μπορεί να είναι ενσωματωμένος στο φωτιστικό ή να ελέγχει μια ομάδα φωτιστικών. Ο αισθητήρας ανιχνεύει την παρουσία ανθρώπων σε ένα χώρο και αυτόματα ενεργοποιεί το σύστημα τεχνητού φωτισμού. Οι αισθητήρες κίνησης καταγράφουν κίνηση στο χώρο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απενεργοποιήσουν ή να ρυθμίσουν αυτόματα την φωτεινή ροή (dimming) των φωτιστικών σε άδεια γραφεία, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια . Στην περίπτωση μουσείων είναι δυνατόν να μειωθεί ο φωτισμός ευαίσθητων εκθεμάτων όταν δεν υπάρχουν επισκέπτες. Επίσης, όταν οι αισθητήρες κίνησης εγκατασταθούν σε εξωτερικούς χώρους, μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας κατά την διάρκεια της νύκτας όπου ο φωτισμός ενεργοποιείται μόνο όταν και όπου απαιτείται. Η ρύθμιση των ορίων ενεργοποίησης και απενεργοποίησης καθορίζεται από τις ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Αισθητήρας φωτός (Lighting Sensor LS)

Ο αισθητήρας φωτός αποτελείται από ένα φωτοκύτταρο τοποθετείται είτε απευθείας στο φωτιστικό είτε σε κεντρικό σημείο για τον έλεγχο μια ομάδας φωτιστικών. Ένας αισθητήρας φωτός παρακολουθεί τα επίπεδα φωτός και επιτρέπει τον αυτόματο έλεγχο του φωτός ανάλογα με το διαθέσιμο φως της ημέρας. Χρησιμοποιώντας ένα σύστημα φωτισμού, σε συνδυασμό με την αλλαγή των επιπέδων φωτός της ημέρας στα δωμάτια, εξασφαλίζεται μια ελεγχόμενη στάθμη φωτισμού. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να διατηρηθεί ο φωτισμός σε επιθυμητά επίπεδα σε χώρους εργασίας ή να μειωθεί η έκθεση σε ακτινοβολία εκθεμάτων σε μουσεία. Ένας αισθητήρας φωτός ημέρας επί της οροφής

(εξωτερικός αισθητήρας) μετρά την ένταση φωτισμού του φυσικού φωτός και ελέγχει το φωτισμό στο εσωτερικό. Αν ο αισθητήρας φωτός είναι στο δωμάτιο (εσωτερικός αισθητήρας), μετρά την συνολική ένταση φωτισμού από το φυσικό και το τεχνητό φως ώστε να ελεγχθεί το επίπεδο φωτισμού ανάλογα με το φυσικό φως (φως ημέρας). Η πρώτη διαδικασία είναι γνωστή ως έλεγχος ανοικτού βρόχου, ενώ η δεύτερη ως έλεγχος κλειστού βρόχου.



(α) ανιχνευτής κίνησης



(β) τυπικός αισθητήρας φωτός

Διακόπτες πίεσης (Push-button)

Ένας διακόπτης κλείνει ή ανοίγει ένα κύκλωμα για να ενεργοποιήσει ή αν απενεργοποιήσει μια ομάδα φωτιστικών. Για να υλοποιηθούν διαφορετικές λειτουργίες απαιτούνται αρκετοί διακόπτες πίεσης. Οι λειτουργίες προσδιορίζονται όταν το σύστημα ελέγχου φωτισμού είναι εγκατεστημένο.

Διακόπτες

Ένας διακόπτης ανοίγει και κλείνει ένα κύκλωμα. Ασφαλίζει σε μια θέση και δεν απαιτεί συνεχή πίεση όπως συμβαίνει στους διακόπτες πίεσης. Ένας διακόπτης φωτός ελέγχει το φωτισμό ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας τον.

Ένας διακόπτης πίεσης κλείνει ή ανοίγει ένα κύκλωμα για να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει μια ομάδα φωτιστικών. Διαθέτει ελατήριο επαναφοράς και συνδυάζεται συνήθως με ηλεκτρονόμο (ρελλέ) για να υλοποιήσει την εντολή αφής ή σβέσης ενός κυκλώματος φωτισμού. Για να υλοποιηθούν διαφορετικές λειτουργίες απαιτούνται αρκετοί διακόπτες πίεσης. Οι λειτουργίες προσδιορίζονται όταν το σύστημα ελέγχου φωτισμού είναι εγκατεστημένο. Σχηματικά οι διακόπτες πίεσης είναι όμοιοι με τους κοινούς διακόπτες.

Ρυθμιστές Φωτεινής Ροής (Dimmer)

Ο ρυθμιστής χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει με συνεχή τρόπο την παραγόμενη φωτεινή ροή μια πηγής φωτός. Οι λαμπτήρες φθορισμού σε αντίθεση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεων, απαιτούν ειδικά συσκευές ελέγχου ενώ οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν ειδικές ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου. Οι συμβατικοί συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού δεν μπορούν να ελεγχθούν ως προς την φωτεινή ροή τους. Από την άλλη πλευρά φωτιστικά με LEDs μπορούν εύκολα να ελεγχθούν με κατάλληλο εξοπλισμό. Κάνοντας χρήση της αναλογικής τεχνολογίας 1V-10V, η ρύθμιση είναι δυνατή με την βοήθεια ειδικών κυκλωμάτων (electronic control gear ECG) με είσοδο κατάλληλη για 1V-10V τάση ελέγχου και ένα ποτενσιόμετρο ή ένα σύστημα ελέγχου το οποίο θα παρέχει 1V-10V αναλογική τάση ελέγχου. Οι ρυθμιστές συχνά τοποθετούνται σε κατάλληλα ερμάρια διακοπών. Οι γραμμές ελέγχου είναι μόνιμα συνδεδεμένες με τα φωτιστικά ή ομάδες φωτιστικών .

6. Μεθοδολογία και σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της εργασίας είναι ν' αναδείξουμε τον τρόπο κατασκευής ενός νέου κτηρίου γραφείων και τα μέτρα που έχουν ειδη ληφθεί έτσι ώστε το κτήριο να είναι αναβαθμισμένο με μικρή ενεργειακή κατανάλωση και στην συνέχεια να προτείνουμε περαιτέρω παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν έτσι ώστε να επιτύχουμε ακόμα μεγαλύτερη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τις ανάγκες του κτηρίου. Το κτήριο αυτό είναι σχεδιασμένο με βάση τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, ώστε να μειώσουμε όσο το δυνατόν την ενεργειακή του κατανάλωση για ψύξη, θέρμανση, φωτισμός.

Το κτήριο αυτό θα κατασκευαστεί με βάση τα αποτελέσματα του KENAK τοποθετώντας την κατάλληλη μόνωση σε δομικά στοιχεία και ανοίγματα. Επίσης στην περίπτωση του κτηρίου έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες φωτεινότητας / παρουσίας και ελέγχου όχι μόνο στην αφή και σβέση των φωτιστικών αλλά και στην φωτεινότητα (ισχύς) ώστε να έχουμε την επιθυμητή στάθμη φωτισμού σύμφωνα με τις αντίστοιχες εξωτερικές συνθήκες. Στα γραφεία σύμφωνα με την μελέτη φωτισμού, θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα είτε με λαμπτήρες φθορισμού είτε με λαμπτήρες LED. Όλα τα φωτιστικά θα έχουν ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία. Η μέση φωτεινή δραστηριότητα των λαμπτήρων θα είναι 88lumen/W.

Αρχικά έχει μελετηθεί το κτήριο χωρίς παρεμβάσεις και έχει γίνει η ενεργειακή του κατάταξη.

Στην συνέχεια θα αναλυθεί κάθε δυνατή παρέμβαση που μπορεί να γίνει ή και συνδυασμός τους έτσι ώστε να μειωθεί περαιτέρω η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου, έτσι ώστε να γίνει ένα κτήριο μηδενικής ή χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

Πίνακας 6.1. Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και εκλυόμενοι ρύποι ανά καύσιμο

| Πηγή Ενέργειας | Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια | Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /Kw) |
|----------------------|--|---|
| Φυσικό Αέριο | 1.05 | 0.196 |
| Πετρέλαιο Θέρμανσης | 1.10 | 0.264 |
| Ηλεκτρική ενέργεια | 2,90 | 0.989 |
| Υγραέριο | 1.05 | 0.238 |
| Βιομάζα | 1.00 | - |
| Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ | 0.70 | 0.347 |

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτήριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄
Μελέτη ενεργειακής απόδοσης

A.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2014: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),
- 20701-2/2014: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» - Β' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),
- 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων :

- 20701-X/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Σ.Η.Θ. σε κτήρια".

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ. 1603/4.10.2010: "Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 8 "Σχεδιασμός Κτηρίου", απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8. "

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για τη σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα, αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,

- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

Α.2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σε αυτήν την ενότητα, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου, σχετικά με την θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων (χώρων) του.

Α2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το συγκρότημα αποτελείται από δυο κτίρια, από τα οποία το ένα έχει ισόγειο και τρεις ορόφους και το άλλο έχει ισόγειο και δυο ορόφους. Το συγκρότημα διαθέτει ενιάιο υπόγειο δυο επιπέδων και στο επίπεδο του Α υπογείου δημιουργείται μεσοπάτωμα υπογείου.

Για τους υπολογισμούς το συγκρότημα έχει καταταχθεί στην κατηγορία γραφείων. Το ισόγειο και οι όροφοι έχουν κύρια χρήση γραφείων

Όλοι οι χώροι κύριας χρήσης θα θεωρηθούν θερμαινόμενοι χώροι. Οι χώροι του Υπογείου θα είναι μη θερμαινόμενοι χώροι, εκτός από τα κλιμακοστάσια που συνδέουν τα υπόγεια με τους ορόφους και το ισόγειο.

Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014.

Στον πίνακα 2.1, δίνονται αναλυτικά οι πραγματικές χρήσεις χώρων του κτηρίου ανά όροφο.

Πίνακας 2.1. Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών.

| Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ² | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Βασικές κατηγορίες κτηρίων | Ζώνη 1 [m ²] | Σύνολο [m ²] |
| Γραφείων | 4628.49 | 4628.49 |

| Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτηρίου σε m ² | |
|--|--------------------------|
| Μη θερμαινόμενος χώρος | Επιφάνεια m ² |
| ΓΚΑΡΑΖ | 2570. |
| ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ | 2522.09 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ | 491.4 |

Α2.2 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το οικοπέδο εκτείνεται σε όλο το οικοδομικό τετράγωνο. Έχει επιφάνεια 5.088,66τμ και το σχήμα του είναι σχεδόν τριγωνικό. Η μεγάλη πλευρά του οικοπέδου (επί της αδιάνοιχτης οδού) βρίσκεται σε απόκλιση 19° σε σχέση με τον άξονα Ανατολής - Δύσης.

Η ευρύτερη περιοχή του οικοπέδου χαρακτηρίζεται από μικρό ποσοστό ελεύθερων χώρων, πυκνό αστικό ιστό, κτήριακατοικιών, υπερτοπικές χρήσεις που ασκούν πιέσεις.

Η θέση του κτηρίου ευνοεί τον ηλιασμό των κατακόρυφων όψεων όλων των επιπέδων. Το Δώμα/Στέγη του κτηρίου διαθέτει αρκετό χώρο ελεύθερο με δυνατότητα επαρκούς ηλιασμού.

A3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. , το κτήριο πρέπει να σχεδιασθεί, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χωροθέτηση του κτηρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο,
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτηρίου.
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό, καθώς και την ηλιοπροστασία τους,
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους,
- διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.Α.Κ.
Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβადόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό),
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κατακόρυφης/ κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
- περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτηρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για
 - την 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου)
 - την 21^η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου)
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

A3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Το συγκρότημα χωροθετείται στον άξονα ανατολής-δύσης με απόκλιση έως 25% με σκοπό την μεγιστοποίηση του ενεργειακού οφέλους από την νότια ηλιακή ακτινοβολία.

Επιδιώχθηκε η αποφυγή τοποθέτησης των κτιρίων σε εγγύτητα με τους υφιστάμενους μεγάλους γειτονικούς κτηριακούς όγκους με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας ασφυκτικών συνθηκών στο επίπεδο της αστικής κλίμακας και την συνεπακόλουθη επιβάρυνση των συνθηκών φυσικού φωτισμού και αερισμού στην κτηριακή μικροκλίμακα.

Το τριγωνικό σχήμα του οικοπέδου οδήγησε στην αποφυγή ένταξης λειτουργικών χρήσεων στις οξείες γωνίες του τριγώνου. Η χωροθέτηση του κύριου όγκου του συγκροτήματος προς την νότια πλευρά μεγιστοποιεί την επιφάνεια του κτηρίου που έχει νότιο προσανατολισμό.

A3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση, ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή. Το συγκρότημα συντίθεται από δυο κτήριατα οποία συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας ένα ανισοσκελές "Π" ώστε να ελαχιστοποιείται η αίσθηση του δομημένου όγκου. Οι διαμήκεις πλευρές του "Π" είναι τοποθετημένες στον άξονα ανατολής - δύσης με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επιφανειών που δέχονται ανατολικό και δυτικό ηλιασμό ο οποίος δεν είναι κατάλληλος για χώρους γραφείων. Κατά μήκος των πλευρών αυτών χωροθετείται ο κύριος όγκος των γραφειακών χώρων. Το νότιο σκέλος του "Π" αναπτύσσεται σε τρεις ορόφους (κτήριο K1) άνω του ισόγειου ορόφου ενώ το βόρειο σε δύο (κτήριο K2). Δεδομένου ότι η νότια πτέρυγα έχει μεγαλύτερη επιφάνεια κάλυψης και καλύτερη πρόσβαση στο νότιο προσανατολισμό κρίθηκε σκόπιμο να έχει μια επιπλέον στάθμη συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην συνολική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Στην ανατολική πλευρά του συγκροτήματος χωροθετείται το κλιμακοστάσιο και η μια ενότητα βοηθητικών χώρων (χώροι υγιεινής και kitchenette).

Οι γραφειακοί χώροι στο μεγαλύτερο ποσοστό τους έχουν νότιο και βορινό προσανατολισμό ώστε να δέχονται τον επιθυμητό ηλιασμό κατά τη χειμερινή περίοδο αλλά και το βορινό φως που είναι κατάλληλο για χώρους εργασίας. Τη θερινή περίοδο προβλέπονται σκίαστρα. Συγκεκριμένα η νότια όψη των κτιρίων χαρακτηρίζεται από μεγάλα υαλοστάσια, οριζόντιες πλάκες που προεξέχουν και οριζόντιες περσίδες. Αντίστοιχες είναι και οι βόρειες όψεις, οι οποίες όμως διαθέτουν λιγότερες περσίδες, καθώς το βορινό φως όπως προαναφέρθηκε είναι επιθυμητό για τους χώρους εργασίας.

Οι δυτικές όψεις του συγκροτήματος είναι συμπαγείς πλην της πλευράς της εισόδου που διαμορφώνεται με διαφάνεια για να υποδηλώσει την είσοδο του κτηρίου αλλά από το ισόγειο και πάνω φέρει ειδικά σκίαστρα. Η ανατολική όψη του κτηρίου 2 είναι γενικά συμπαγής και διακόπτεται από κατακόρυφα ανοίγματα που καλύπτουν το σύνολο του ύψους του κτηρίου. Στο κτήριο 1 η ανατολική όψη διαμορφώνεται με ένα τετράγωνο άνοιγμα που εκτείνεται και στους τρεις ορόφους και διαθέτει κάθετες περσίδες για τον σκιασμό του χώρου εσωτερικά.

A3.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου, θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία. Η κινητή ηλιοπροστασία αποτελείται από οριζόντιες περσίδες αλουμινίου που διατρέχουν τις νότιες και τις βόρειες όψεις. Στην ανατολική όψη υπάρχουν κατακόρυφες περσίδες στο σημείο που υπάρχει υαλοστάσιο.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτήριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ENAK 3 - ENAK 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00.

A3.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο φωτισμός των χώρων είναι επαρκής. Σε αυτό συντελεί η διάσπαση του όγκου του συγκροτήματος σε ορθογώνια επιμήκη κτίρια, τα οποία ευνοούν τον φυσικό φωτισμό, καθώς δεν έχουν μεγάλο βάθος και διαθέτουν επαρκή αριθμό ανοιγμάτων.

A3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Τα ανοίγματα των κύριων γραφειακών χώρων βρίσκονται τόσο στις νότιες όψεις όσο και στις βορινές με συνέπεια τον επαρκή διαμπερή αερισμό και δροσισμό των κτιρίων. Στους περισσότερους χώρους (όπου είναι αυτό δυνατόν) θα τοποθετηθούν ανοίγματα στην Ανατολική ή/και Δυτική όψη εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Προσπάθεια θα γίνει επίσης να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

A3.6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Παθητικό Ηλιακό Σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτηρίου, είναι αυτό του **άμεσου** κέρδους. Ο Νότιος προσανατολισμός του κτηρίου αποκλίνει λίγο από το βέλτιστο καθαρά Νότιο κατά $+19^{\circ}$ (σύμφωνα με τον κανονισμό μπορεί να υπάρχει απόκλιση έως $\pm 30^{\circ}$ **από τον Νότο**). **Η νότια όψη έχει 56% ανοίγματα σε σχέση το σύνολο της όψης.**

Σύμφωνα με την παρ. 3.5, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, Β' έκδοση, "για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, προς το παρόν δεν λαμβάνονται υπόψη παθητικά ηλιακά συστήματα **έμμεσου** κέρδους με τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας, μέχρι επιλύσεως υπολογιστικών διαφορών που έχουν δημοσιευθεί στην διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ο τελικός καθορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών των Π.Η.Σ. όπως θα λαμβάνονται στους υπολογισμούς θα γίνει με επικαιροποίηση της παρούσας. Προς το παρόν στην περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου διαθέτει τοίχο Trombe ή/και τοίχο θερμικής μάζας τότε στους υπολογισμούς, λαμβάνεται ότι η επιφάνεια του Π.Η.Σ. είναι μία συμβατική αδιαφανής επιφάνεια, με συντελεστή θερμοπερατότητας U_{v-w} [$W/(m^2K)$] το μισό του μέγιστου επιτρεπτού για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη που δίνεται στον πίνακα 3.3. για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, συντελεστής σκίασης, απορροφητικότητα και συντελεστής εκπομπής στην θερμική ακτινοβολία, λαμβάνονται όπως οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς."

Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτήριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

A3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ

Το μεγαλύτερο τμήμα του περιβάλλοντος χώρου καλύπτεται με φυσικά υλικά υδατοπερατά, όπως το χώμα και η χαμηλή εδαφοκάλυψη. Στο σημείο της εισόδου προς το κτήριο, τοποθετείται σκληρό δάπεδο, από φυσικό υλικό, το οποίο διακόπτεται από παρτέρια με χαμηλή φύτευση. Στη διαμόρφωση περιλαμβάνονται αβαθή στοιχεία νερού, τα οποία συντελούν στον δροσισμό λόγω εξάτμισης. Ο περιβάλλον χώρος του κτηρίου φυτεύεται με ψηλά δέντρα και θάμνους.

A4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

| Δομικό στοιχείο | Σύμβολο | Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)] | | | |
|---|-----------------|---|--------|--------|--------|
| | | Ζώνη Α | Ζώνη Β | Ζώνη Γ | Ζώνη Δ |
| Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές) | U _R | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | U _T | 0,60 | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές) | U _{FA} | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους | U _{TU} | 1,50 | 1,00 | 0,80 | 0,70 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος | U _{TB} | 1,50 | 1,00 | 0,80 | 0,70 |
| Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους | U _{FU} | 1,20 | 0,90 | 0,75 | 0,70 |
| Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος | U _{FB} | 1,20 | 0,90 | 0,75 | 0,70 |
| Κουφώματα ανοιγμάτων | U _W | 3,20 | 3,00 | 2,80 | 2,60 |
| Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες | U _{GF} | 2,20 | 2,00 | 1,80 | 1,80 |

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

| Λόγος Α/V [m ⁻¹] | Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)] | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|
| | Ζώνη Α | Ζώνη Β | Ζώνη Γ | Ζώνη Δ |
| ≤ 0,2 | 1,26 | 1,14 | 1,05 | 0,96 |
| 0,3 | 1,20 | 1,09 | 1,00 | 0,92 |
| 0,4 | 1,15 | 1,03 | 0,95 | 0,87 |
| 0,5 | 1,09 | 0,98 | 0,90 | 0,83 |
| 0,6 | 1,03 | 0,93 | 0,86 | 0,78 |
| 0,7 | 0,98 | 0,88 | 0,81 | 0,73 |
| 0,8 | 0,92 | 0,83 | 0,76 | 0,69 |
| 0,9 | 0,86 | 0,78 | 0,71 | 0,64 |
| ≥ 1,0 | 0,81 | 0,73 | 0,66 | 0,60 |

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 4.2.

1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad [4.1]$$

όπου,

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,
 λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,
 R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και
 R_δ η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [4.2]$$

όπου,

U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
 U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
 A_f το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
 A_g το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 L_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και
 Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max} \quad [4.3]$$

όπου

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [4.1] ή [4.2] και

$U_{\delta,\sigma,\max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο [πίνακας 4.1].

2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.1, απαιτείται και το κτήριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [4.4]$$

όπου:

- A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j
- U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j,
- Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i,
- l_i το μήκος της θερμογέφυρας i και
- b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad [4.5]$$

Όπου U_{m,max} είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που U_m > U_{m,max} ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μια εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει τη δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014.

Ο μειωτικός συντελεστής b υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

A4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στην Αθήνα, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 για την Β κλιματική ζώνη.

Όλοι οι κύριοι χώροι του κτηρίου θα θερμανθούν και θα θερμομονωθούν. Οι χώροι του υπογείου εκτός από τα κλιμακοστάσια θεωρούνται μη θερμαινόμενοι χώροι.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά. Οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν θερμομόνωση εξωτερικά. Το δώμα, όπως επίσης και η απόληξη του κλιμακοστασίου θα θερμομονωθούν από την άνω παρειά τους.

Όπου υπάρχει οροφή σε Pilotis (δάπεδο σε προεξοχή), θα θερμομονωθεί στην κάτω παρειά της συμπεριλαμβανομένων και όλων των πλευρών των δοκών.

Επίσης όπου υπάρχει δάπεδο βατό (δάπεδο εξωστών, κλπ), θα θερμομονωθεί στην επάνω παρειά του. Επίσης όπου υπάρχει δάπεδο προς Μ.Θ.Χ., θα θερμομονωθεί στην κάτω παρειά του. Το δώμα του κτηρίου 2 είναι φυτεμένο δώμα.

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

1. για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους,
2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης θεωρούνται αδιαβατικά,
3. τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,
4. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους,
5. σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

A4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Στον πίνακα 4.3 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Πίνακας 4.3: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

| Δομικό στοιχείο | Φύλλο ελέγχου | U[W/(m ² K)] | U _{max} [W/(m ² K)] [Πίνακας 1] |
|-------------------------------|---------------|-------------------------|--|
| Περιμετρικά τοιχεία υπογείων | 1.1 | 0.463 | 1.00 |
| Περιμετρικά τοιχεία υπογείων | 1.1.2 | 0.463 | 0.5 |
| Τοιχείο 55 | 1.2 | 0.642 | 1.00 |
| Τοιχείο 65 | 1.3 | 0.622 | 1.00 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 36 | 1.4 | 0.197 | 1.00 |
| Υποστύλωμα υπογείου 70 | 1.6 | 0.449 | 1.00 |
| Υποστύλωμα 4 | 1.15 | 0.482 | 1.00 |
| Υποστύλωμα 1 | 1.16 | 0.416 | 0.5 |
| Υποστύλωμα 2 | 1.17 | 0.463 | 0.5 |
| Υποστύλωμα 3 | 1.18 | 0.485 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 36 | 1.22 | 0.197 | 0.5 |
| Τοιχοποιία Υαλοπετάσματος | 1.40 | 0.352 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 26 | 1.41 | 0.453 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 31 | 1.42 | 0.238 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 36 | 1.43 | 0.197 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 56 | 1.44 | 0.151 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 25 | 1.45 | 0.245 | 1.00 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 50 | 1.48 | 0.156 | 0.5 |
| Εξωτερική Τοιχοποιία 20 | 1.49 | 0.481 | 0.5 |
| Δοκός 58 | 1.50 | 0.485 | 1.00 |
| Δοκός 58 | 1.50.2 | 0.485 | 0.5 |
| Δοκός 33 | 1.51 | 0.482 | 0.5 |
| Δοκός 28 | 1.53 | 0.488 | 0.5 |
| Δοκός 38 | 1.54 | 0.476 | 1.00 |
| Φυτεμένο δάμα | 2.3 | 0.240 | 0.45 |
| Οροφή Θ.Χ υπογείου προς Μ.Θ.Χ | 4.5 | 0.417 | 0.90 |
| Φυτεμένο δάμα κροκάλες | 2.6 | 0.236 | 0.45 |
| Δάπεδο βασικό | 2.7 | 0.129 | 0.45 |

| | | | |
|---------------------------------|------|-------|------|
| Φυτεμένο δάμα κουρασάνι | 2.8 | 0.240 | 0.45 |
| Οροφή zoelner | 2.31 | 0.224 | 0.45 |
| Συμβατικό δάμα | 2.32 | 0.425 | 0.45 |
| Τοιχοποιία Υπογείου 20 | 3.1 | 0.572 | 1.00 |
| Υποστύλωμα 2 | 3.3 | 0.463 | 1.00 |
| Τοιχοποιία Υπογείου 25 | 3.4 | 0.455 | 1.00 |
| Δοκός 20 | 3.5 | 0.469 | 1.00 |
| Υποστύλωμα 1 | 3.6 | 0.416 | 1.00 |
| Εσωτερικός Τοίχος 35 | 3.7 | 0.187 | 1.00 |
| Υποστύλωμα 35 | 3.8 | 0.453 | 1.00 |
| Δοκός 33 | 3.11 | 0.482 | 1.00 |
| Δοκός 58 | 3.12 | 0.485 | 1.00 |
| Δάπεδο βασικό | 4.1 | 0.145 | 0.90 |
| Δάπεδο υπογείου Θ.Χ | 4.3 | 0.544 | 0.90 |
| Δάπεδο υπογείου Θ.Χ. προς Μ.Θ.Χ | 4.4 | 0.594 | 0.90 |

Πίνακας 4.4: Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

| Δομικό στοιχείο | U [W/(m ² K)] | Εμβαδόν A [m ²] | Μέσο βάθος έδρασης z [m] | U' [W/(m ² K)] |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Δ3 | 0.544 | 51.340 | 9.1 | 0.207 |
| Δ3 | 0.544 | 35.620 | 9.1 | 0.207 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 20.318 | 9.1 | 0.510 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 4.615 | 9.1 | 0.152 |
| N τοίχωμα T3 | 0.622 | 0.735 | 9.1 | 0.282 |
| A τοίχωμα T1 | 0.463 | 24.433 | 9.1 | 0.152 |
| A τοίχωμα T6 | 0.449 | 0.613 | 9.1 | 0.118 |
| A τοίχωμα T4 | 0.197 | 10.760 | 6.0 | 0.197 |
| A τοίχωμα T6 | 0.449 | 3.540 | 6.0 | 0.150 |
| A τοίχωμα T54 | 0.476 | 1.040 | 3.0 | 0.194 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 20.318 | 6.0 | 0.155 |
| N τοίχωμα T3 | 0.622 | 6.375 | 6.0 | 0.178 |
| A τοίχωμα T2 | 0.642 | 29.813 | 6.0 | 0.179 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 17.971 | 2.8 | 0.291 |
| A τοίχωμα T45 | 0.245 | 4.405 | 2.8 | 0.245 |
| A τοίχωμα T15 | 0.482 | 2.748 | 2.8 | 0.272 |
| A τοίχωμα T50 | 0.485 | 2.430 | 0.5 | 0.415 |
| Δ2 | 0.544 | 2555.000 | 9.1 | 0.207 |
| Δ τοίχωμα T25 | 0.458 | 9.220 | 9.1 | 0.471 |
| Δ τοίχωμα T3 | 0.622 | 0.858 | 9.1 | 0.282 |
| Δ τοίχωμα T26 | 0.492 | 7.595 | 9.1 | 0.202 |
| Δ τοίχωμα T3 | 0.622 | 2.083 | 9.1 | 0.245 |
| Δ τοίχωμα T29 | 0.492 | 3.063 | 9.1 | 0.202 |
| Δ τοίχωμα T29 | 0.492 | 4.270 | 6.7 | 0.139 |
| B τοίχωμα T33 | 0.489 | 9.608 | 9.1 | 0.207 |
| Δ τοίχωμα T25 | 0.458 | 14.963 | 9.1 | 0.141 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 140.175 | 9.1 | 0.141 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 51.188 | 9.1 | 0.141 |

| | | | | |
|----------------|-------|---------|-----|-------|
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 35.280 | 9.1 | 0.141 |
| A τοίχωμα T26 | 0.492 | 7.740 | 9.1 | 0.213 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 17.955 | 9.1 | 0.141 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 24.888 | 9.1 | 0.141 |
| A τοίχωμα T6 | 0.449 | 1.102 | 9.1 | 0.118 |
| B τοίχωμα T25 | 0.458 | 1.150 | 9.1 | 0.123 |
| B τοίχωμα T3 | 0.622 | 4.235 | 9.1 | 0.274 |
| A τοίχωμα T26 | 0.492 | 16.835 | 9.1 | 0.258 |
| A τοίχωμα T29 | 0.492 | 1.380 | 6.2 | 0.143 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 20.003 | 9.1 | 0.141 |
| B τοίχωμα T25 | 0.458 | 94.343 | 9.1 | 0.141 |
| BΔ τοίχωμα T25 | 0.458 | 201.140 | 6.0 | 0.206 |
| Δ τοίχωμα T25 | 0.458 | 17.120 | 6.0 | 0.206 |
| Δ τοίχωμα T3 | 0.622 | 0.962 | 6.0 | 0.157 |
| Δ τοίχωμα T26 | 0.492 | 7.595 | 6.0 | 0.149 |
| Δ τοίχωμα T3 | 0.622 | 2.083 | 6.0 | 0.149 |
| Δ τοίχωμα T29 | 0.492 | 3.063 | 6.0 | 0.149 |
| Δ τοίχωμα T29 | 0.492 | 4.270 | 3.5 | 0.201 |
| B τοίχωμα T33 | 0.489 | 9.608 | 6.0 | 0.160 |
| Δ τοίχωμα T25 | 0.458 | 14.963 | 6.0 | 0.154 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 140.175 | 6.0 | 0.154 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 22.515 | 6.0 | 0.149 |
| Δ τοίχωμα T6 | 0.449 | 3.540 | 6.0 | 0.150 |
| Δ τοίχωμα T15 | 0.482 | 0.920 | 2.3 | 0.233 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 32.148 | 6.0 | 0.165 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 16.747 | 6.0 | 0.165 |
| A τοίχωμα T34 | 0.439 | 4.042 | 6.0 | 0.161 |
| A τοίχωμα T22 | 0.197 | 8.085 | 6.0 | 0.197 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 14.245 | 6.0 | 0.165 |
| A τοίχωμα T26 | 0.492 | 10.710 | 6.0 | 0.167 |
| A τοίχωμα T29 | 0.492 | 0.920 | 2.3 | 0.238 |
| A τοίχωμα T1 | 0.463 | 21.945 | 6.0 | 0.166 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 31.762 | 6.0 | 0.165 |
| B τοίχωμα T25 | 0.458 | 1.150 | 6.0 | 0.165 |
| B τοίχωμα T3 | 0.622 | 4.235 | 6.0 | 0.180 |
| A τοίχωμα T26 | 0.492 | 27.599 | 6.0 | 0.186 |
| A τοίχωμα T25 | 0.458 | 28.639 | 6.0 | 0.179 |
| B τοίχωμα T25 | 0.458 | 160.832 | 6.0 | 0.198 |
| BΔ τοίχωμα T25 | 0.458 | 83.055 | 6.0 | 0.206 |
| B τοίχωμα T47 | 0.572 | 8.632 | 2.8 | 0.336 |
| Δ τοίχωμα T25 | 0.458 | 13.443 | 2.8 | 0.289 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 7.500 | 2.8 | 0.289 |
| N τοίχωμα T30 | | 69.335 | 2.8 | 0.000 |
| N τοίχωμα T26 | 0.492 | 44.290 | 2.8 | 0.303 |
| N τοίχωμα T25 | 0.458 | 4.811 | 2.8 | 0.289 |
| Δ τοίχωμα T46 | 0.327 | 9.138 | 2.8 | 0.212 |
| Δ τοίχωμα T29 | 0.492 | 2.863 | 2.8 | 0.276 |
| Δ τοίχωμα T54 | 0.476 | 3.348 | 0.5 | 0.408 |

Α4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Γραφεία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Τα κουφώματα τοποθετούνται τότε στην εσωτερική παρειά του τοίχου και τότε στην εξωτερική. Οι θερμογέφυρες οι οποίες προκύπτουν έχουν ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς.

Για όλα τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με ανώτερο συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f), κατά περίπτωση, σύμφωνα με την μελέτη, ο οποίος θα βεβαιώνεται στην κατασκευή από σχετικό πιστοποιητικό, (ξεχωριστό για κάθε διαφορετικό άνοιγμα).

Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη κατά περίπτωση σύμφωνα με την μελέτη, Οι ανώτεροι συντελεστές θερμοπερατότητας (U_g) των υαλοπινάκων που θα χρησιμοποιηθούν, θα είναι κατά περίπτωση, σύμφωνα με την μελέτη, ο οποίος θα βεβαιώνεται στην κατασκευή από σχετικό πιστοποιητικό, πιστοποιητικό (ξεχωριστό για κάθε διαφορετικό άνοιγμα).

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 4.5 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Πίνακας 4.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

| Α/α κουφώματος | Πλάτος ανοίγματος [m] | Ύψος ανοίγματος [m] | Εμβαδό κουφώματος [m ²] | U κουφώματος [W/(m ² K)] | U max [W/(m ² K)] |
|----------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | 3.0 |
| 2 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 3 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 4 | 1.80 | 2.75 | 4.95 | 1.200 | |
| 5 | 1.80 | 2.75 | 4.95 | 2.000 | |
| 6 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 7 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 8 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 9 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 10 | 6.60 | 0.55 | 3.63 | 2.000 | |
| 11 | 1.00 | 2.75 | 2.75 | 1.300 | |
| 12 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 13 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 14 | 1.15 | 2.75 | 3.16 | 1.300 | |
| 15 | 1.15 | 2.75 | 3.16 | 1.300 | |
| 16 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.200 | |
| 17 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.200 | |
| 18 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.200 | |
| 19 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.200 | |
| 20 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 21 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 22 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 23 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 24 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 25 | 4.24 | 0.55 | 2.33 | 1.200 | |
| 26 | 4.18 | 1.90 | 7.94 | 1.100 | |
| 27 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 28 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 | |
| 29 | 2.84 | 2.75 | 7.81 | 1.200 | |
| 30 | | | 0.00 | 0.000 | |
| 31 | | | 0.00 | 0.000 | |
| 32 | 2.44 | 2.75 | 6.71 | 1.200 | |
| 33 | 2.44 | 2.75 | 6.71 | 1.200 | |

| | | | | |
|-----|-------|------|-------|-------|
| 34 | 3.50 | 2.75 | 9.63 | 1.200 |
| 35 | | | 0.00 | 0.000 |
| 36 | 1.40 | 2.75 | 3.85 | 1.400 |
| 37 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 |
| 38 | 1.15 | 2.75 | 3.16 | 1.300 |
| 39 | 1.74 | 2.75 | 4.78 | 1.200 |
| 40 | 7.00 | 2.75 | 19.25 | 1.000 |
| 41 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 42 | 2.84 | 2.75 | 7.81 | 1.000 |
| 43 | 4.70 | 3.85 | 18.09 | 1.000 |
| 44 | 7.50 | 3.85 | 28.88 | 1.000 |
| 45 | 2.84 | 2.75 | 7.81 | 1.100 |
| 46 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.200 |
| 47 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 48 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 49 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 50 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 51 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 52 | 1.64 | 1.90 | 3.12 | 1.200 |
| 53 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 54 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 55 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 56 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 57 | 6.60 | 0.55 | 3.63 | 2.000 |
| 58 | 1.00 | 2.75 | 2.75 | 1.200 |
| 59 | 1.15 | 2.90 | 3.33 | 1.100 |
| 60 | 10.45 | 3.85 | 40.23 | 1.100 |
| 61 | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.200 |
| 62 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.000 |
| 63 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.200 |
| 64 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.200 |
| 65 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.200 |
| 66 | 1.00 | 3.85 | 3.85 | 1.200 |
| 67 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.200 |
| 68 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 69 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 70 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 71 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 72 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 73 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 74 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 75 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 76 | 6.60 | 0.55 | 3.63 | 2.000 |
| 77 | 1.00 | 2.75 | 2.75 | 1.200 |
| 78 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.100 |
| 79 | 10.45 | 3.85 | 40.23 | 1.100 |
| 80 | 2.84 | 2.75 | 7.81 | 1.000 |
| 81 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 82 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 83 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 84 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 85 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 86 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 87 | 1.64 | 2.75 | 4.51 | 1.200 |
| 88 | 7.10 | 1.90 | 13.49 | 1.000 |
| 89 | 7.10 | 1.90 | 13.49 | 1.000 |
| 90 | 7.10 | 1.90 | 13.49 | 1.000 |
| 91 | 7.10 | 1.90 | 13.49 | 1.000 |
| 92 | 6.60 | 0.55 | 3.63 | 2.000 |
| 93 | 1.00 | 2.75 | 2.75 | 1.200 |
| 94 | 1.15 | 3.85 | 4.43 | 1.100 |
| 95 | 12.75 | 3.85 | 49.09 | 1.100 |
| 96 | 2.84 | 2.75 | 7.81 | 1.000 |
| 97 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 98 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 99 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |
| 100 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 |

| | | | | | |
|-----|-------|------|-------|-------|-----|
| 101 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 | |
| 102 | 7.10 | 2.75 | 19.52 | 1.000 | |
| 103 | 1.64 | 2.75 | 4.51 | 1.200 | |
| 104 | 12.64 | 3.35 | 42.34 | 1.200 | 3.0 |

Α4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτηρίου προς τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V.

Όπως προέκυψε $A/V = 0.402 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}=1.029 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των $Ux\Lambda$, καθώς και τα αθροίσματα των $\Psi x l$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.610 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=1.029 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m , το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

4.6: Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

| | $\Sigma\Lambda \text{ [m}^2\text{]}$ | $\Sigma[\text{bx}U_{xA}] \text{ [W/K]} \text{ ή } \Sigma[\text{bx}\Psi_{xl}] \text{ [W/K]}$ |
|--|--------------------------------------|---|
| κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία | 2284.9 | 979.1 |
| οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία | 3253.1 | 649.2 |
| διαφανή δομικά στοιχεία | 1439.9 | 1564.3 |
| θερμογέφυρες | - | 1062.8 |
| Συνολικά | 6977.9 | 4255.3 |
| $[\Sigma(\text{bx}U_{xA})+\Sigma(\text{bx}\Psi_{xl})]/\Sigma\Lambda$ | | 0.610 |

4.4.1 Παρατηρήσεις σχετικά με τις κατασκευαστικές λύσεις για μειώσεις των θερμικών απωλειών λόγω των θερμογεφυρών.

Για τη μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης, κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και κατά περίπτωση το κατωκάσι των κουφωμάτων.

A5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040$ W/(m.K) στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040$ W/(m.K) στους 20°C, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από $(1,15 \times 1/\eta)$, όπου "n" είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτήρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ΖΝΧ (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμοδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.

- Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Στο υπό μελέτη κτήριο θα εξεταστούν ανεξάρτητα οι τυχόν διαφορετικές χρήσεις του, σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάταξη. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου, αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις τυχόν χρήσεις του κτηρίου.

A5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου Γραφείων, σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης (μελέτη υπολογισμού απαιτήσεων/θερμικών απωλειών και διαστασιολόγησης του συστήματος θέρμανσης), θα γίνεται μέσω αερόψυκτων κεντρικών συστημάτων μεταβλητής παροχής όγκου Ψυκτικού υγρού (VRV), και αντίστοιχων εσωτερικών μονάδων τύπου κασέτας ψευδοροφής 4 κατευθύνσεων και έλεγχο θερμοκρασίας ανά χώρο/εσωτερικό μηχανήμα (VRV) της ιδιοκτησίας.

Για την θέρμανση του στοιχείου Θέρμανσης των ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα, χρησιμοποιούνται Αερόψυκτες Αντλίες Θερμότητας.

Η ψύξη των εσωτερικών χώρων του κτηρίου Γραφείων, σύμφωνα με τη μελέτη Ψυκτικών φορτίων (μελέτη υπολογισμού απαιτήσεων ψυκτικών φορτίων και διαστασιολόγησης του συστήματος ψύξης, θα γίνεται μέσω αερόψυκτων κεντρικών συστημάτων μεταβλητής παροχής όγκου Ψυκτικού υγρού (VRV), και αντίστοιχων εσωτερικών μονάδων τύπου κασέτας ψευδοροφής 4 κατευθύνσεων και έλεγχο θερμοκρασίας ανά χώρο/εσωτερικό.

A51.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Τα αερόψυκτα συστήματα VRV για την επίτευξη της Θέρμανσης των χώρων θα είναι τύπου INVERTER με αντιστάθμιση εξαρτώμενη από την εξωτερική θερμοκρασία.

Το C.O.P. κάθε VRV (αερόψυκτο) θα είναι μεγαλύτερο είτε ίσο με 3.2 (ίσο με του κτηρίου αναφοράς) και σύμφωνα με την μελέτη και τα σχέδια.

Αναλυτικότερα θα πρέπει να ισχύει:

| | | |
|-------------------------|-------|-----------------|
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 4Hp, | COP \geq 3.44 |
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 12Hp, | COP \geq 3.99 |
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 14Hp, | COP \geq 3.72 |
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 18Hp, | COP \geq 3.81 |

Οι αερόψυκτες Αντλίες Θερμότητας (Heat Pump) για την επίτευξη της Θέρμανσης του Νωπού αέρα των χώρων θα είναι τύπου INVERTER με αντιστάθμιση εξαρτώμενη από την εξωτερική θερμοκρασία.

Το C.O.P. κάθε Αντλίας Θερμότητας (αερόψυκτης) θα είναι μεγαλύτερο είτε ίσο με 3.2 (ίσο με του κτηρίου αναφοράς) και σύμφωνα με την μελέτη και τα σχέδια.

Αναλυτικότερα θα πρέπει να ισχύει:

| | | |
|---|-------|----------------|
| Απόδοση σε Θέρμανση Αντλίας Θερμότητας: | 95kW | COP \geq 3.2 |
| Απόδοση σε Θέρμανση Αντλίας Θερμότητας: | 105Kw | COP \geq 3.2 |
| Απόδοση σε Θέρμανση Αντλίας Θερμότητας: | 25kW | COP \geq 3.2 |

Η διανομή (από τις Αντλίες Θερμότητας), θα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με μία σωλήνα προσαγωγής θερμού νερού και την αντίστοιχη σωλήνα επιστροφής. Όλα τα δίκτυα αναπτύσσονται στα Δώματα των κτιρίων

Η διασύνδεση των εσωτερικών με τις εξωτερικές μονάδες θα γίνεται μέσω οριζόντιων και κατακόρυφων οδεύσεων θερμομονωμένων χαλκοσωλήνων, κατάλληλων για το ψυκτικό υγρό (FREON) της εγκατάστασης και σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (πίνακας 4.7).

Ο κάθε κυκλοφορητής που βρίσκεται στην κεντρική σωλήνα προσαγωγής ζεστού νερού (θέρμανσης), θα είναι INVERTER και θα έχει χαρακτηριστικά που φαίνονται στα σχέδια.

A5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Τα αερόψυκτα συστήματα VRV για την επίτευξη της Ψύξης των χώρων θα είναι τύπου INVERTER με αντιστάθμιση εξαρτώμενη από την εξωτερική θερμοκρασία.

Το E.E.R. κάθε VRV (αερόψυκτο) θα είναι μεγαλύτερο είτε ίσο με 2.8 (ίσο με του κτηρίου αναφοράς) και σύμφωνα με την μελέτη και τα σχέδια.

Αναλυτικότερα θα πρέπει να ισχύει:

| | | |
|-------------------------|-------|-----------------|
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 4Hp, | COP \geq 3.39 |
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 12Hp, | COP \geq 3.69 |
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 14Hp, | COP \geq 3.57 |
| Ονομαστικό μέγεθος VRV: | 18Hp, | COP \geq 3.40 |

Οι αερόψυκτες Αντλίες Θερμότητας (Heat Pump) για την επίτευξη της Ψύξης του Νωπού αέρα των χώρων θα είναι τύπου INVERTER με αντιστάθμιση εξαρτώμενη από την εξωτερική θερμοκρασία.

Το E.E.R. κάθε Αντλίας Θερμότητας (αερόψυκτης) θα είναι μεγαλύτερο είτε ίσο με 2.8 (ίσο με του κτηρίου αναφοράς) και σύμφωνα με την μελέτη και τα σχέδια.

Αναλυτικότερα θα πρέπει να ισχύει:

| | | |
|-------------------------------------|-------|----------------|
| Απόδοση σε Ψύξη Αντλίας Θερμότητας: | 105kW | EER \geq 2.8 |
| Απόδοση σε Ψύξη Αντλίας Θερμότητας: | 120kW | EER \geq 2.8 |
| Απόδοση σε Ψύξη Αντλίας Θερμότητας: | 30kW | EER \geq 2.8 |

Η διανομή (από τις Αντλίες Θερμότητας), θα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με μία σωλήνα προσαγωγής ψυχρού νερού και την αντίστοιχη σωλήνα επιστροφής. Όλα τα δίκτυα όλα αναπτύσσονται στα Δώματα των κτιρίων

Η διασύνδεση των εσωτερικών με τις εξωτερικές μονάδες θα γίνεται μέσω οριζόντιων και κατακόρυφων οδεύσεων θερμομονωμένων χαλκοσωλήνων, κατάλληλων για το ψυκτικό υγρό (FREON) της εγκατάστασης και σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (πίνακας 4.7).

Ο κάθε κυκλοφορητής που βρίσκεται στην κεντρική σωλήνα προσαγωγής ψυχρού νερού (ψύξης), θα είναι INVERTER και θα έχει χαρακτηριστικά που φαίνονται στα σχέδια.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2014. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχθηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Πίνακας 5.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

| Σύστημα | Τύπος | Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW] | Δείκτης αποδοτικότητας EER | Καύσιμο |
|---------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | Αερόψυκτος ψύκτης | 766.0 | 2.800 | Ηλεκτρισμός |

Παρατήρηση: Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη κτήριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτήριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 (παράγραφος 4.2.1) και στον Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση αυτή, στην παρούσα παράγραφο θα περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του κτηρίου αναφοράς.

A5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Για τον τριτογενή τομέα απαιτείται η τοποθέτηση συστήματος Μηχανικού Αερισμού ή Διαχείρισης Κλιματιζόμενου Αέρα.

Στην περίπτωση μας θα τοποθετηθούν μηχανικά συστήματα Διαχείρισης Κλιματιζόμενου Αέρα (ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα).

Ο αερισμός των γραφείων γίνεται μέσω μηχανικών συστημάτων Διαχείρισης Κλιματιζόμενου Αέρα (ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα), με ανάκτηση τουλάχιστον 50%.

Το μηχανικό σύστημα Διαχείρισης Κλιματιζόμενου Αέρα (ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα) παρέχει αέρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 2.3, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1-2010, Β' έκδοση.

Το μηχανικό σύστημα Διαχείρισης Κλιματιζόμενου Αέρα (ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα) που έχει εγκατασταθεί στο κτήριο έχει παροχή νεπού 100% \geq 60% (σε σχέση με την συνολική παροχή του κάθε συστήματος), άρα θα πρέπει να επιτυγχάνει ανάκτηση αέρα σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.

Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας / επιστροφής) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους του κτηρίου θα διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα: Θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0.040\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.

Το κτήριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.1.1: Στοιχεία συστήματος αερισμού

| Ζώνη | Χρήση | Τύπος αερισμού | Απαιτήση για νωπό αέρα [m ³ /h/m ²] |
|--------|---------|----------------|--|
| Ζώνη 1 | Γραφεία | Μηχανικός | 3.00 |

Α.5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

- Γραφεία: δεν υπολογίζεται κατανάλωση ZNX σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 0.00 lt

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Αθήνας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d = 0.00 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 1 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου και της θερμοκρασίας του Z.N.X..

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτηρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

| Ζώνη | Χρήση | V _d [lt/ημέρα] | V _{store} [lt] | Q _D [kWh/ημέρα] | P _n [kW] |
|--------|---------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|
| Ζώνη 1 | Γραφεία | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Α5.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ZNX

Για τον τριτογενή τομέα με χρήση Γραφεία, δεν απαιτείται τοποθέτηση συστήματος ZNX.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτηρίου, θα εγκατασταθούν τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν. Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5.2.1: Στοιχεία συστήματος για ZNX

| Σύστημα | Τύπος | Ισχύς [KW] | Βαθμός απόδοσης | Καύσιμο |
|---------|-------|------------|-----------------|---------|
|---------|-------|------------|-----------------|---------|

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 (πίνακας 4.7).

A5.2.2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Για τον τριτογενή τομέα με χρήση Γραφεία, δεν απαιτείται τοποθέτηση συστήματος ZNX, άρα και Ηλιακών Συλλεκτών για παραγωγή ZNX.

Παρατήρηση: Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 (παράγραφος 5.3.1.) κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ηλιακών συλλεκτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες όπως, η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, η μέθοδος καμπυλών f των S.klein, W.A.Beckman και J.A Duffie που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Winsconsin και οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδος εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη θα πρέπει να αναφέρονται τα αποτελέσματα και η τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου Z.N.X.

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f (S. klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής.

Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον ενός μέρους του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι 38.05°. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

| Σύστημα | Προσανατολισμός | Γωνία κλίσης [°] |
|---------|-----------------|------------------|
| | | |

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Στον πίνακα 5.3 δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m²), για την περιοχή της Αθήνας, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση .

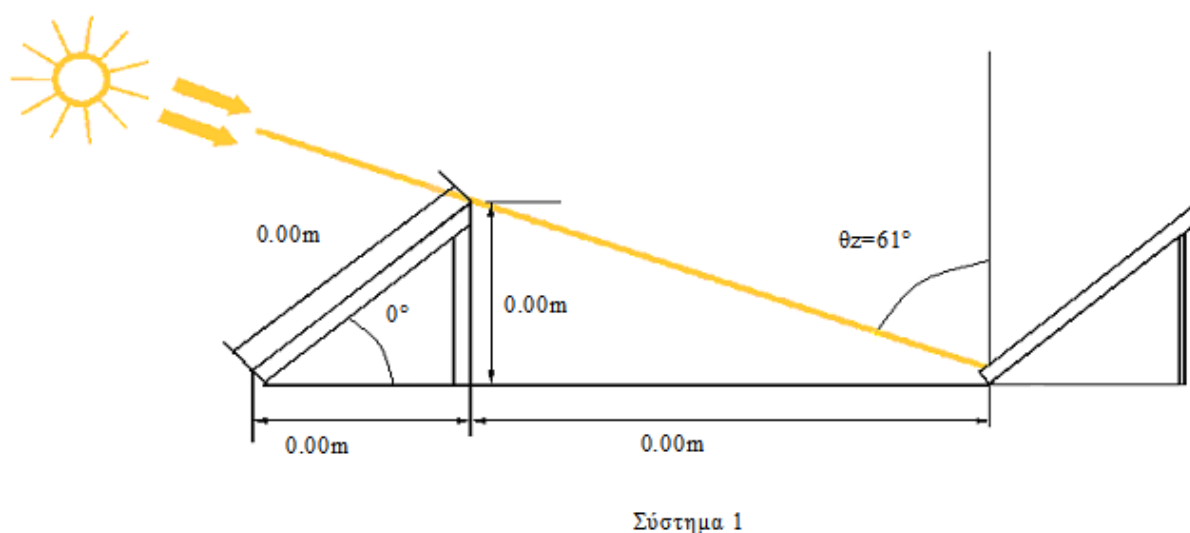
Πίνακας 5.3. Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια.

| | I | Φ | M | A | M | I | I | A | Σ | O | N | Δ |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο (kWh/m^2) | 63.3 | 77.7 | 118.9 | 152.7 | 190.4 | 207.4 | 214.5 | 198.6 | 156.0 | 111.1 | 68.1 | 54.4 |

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίστηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 38.05^\circ$), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23.45^\circ$.

Για την ηλιακή απόκλιση αυτή η ζηνθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 61° . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται.

Στο σχήμα 5.2 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών για το υπό μελέτη κτήριο.



Σχήμα 5.2. Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δάμα, ως προς το νότο.

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στο πίνακα 5.4, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες

| | Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo) | Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo) | Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%) | Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%) |
|-----------------------|---------------------------------|---|---|--|
| I | 0.00 | 0.00 | - | - |
| Φ | 0.00 | 0.00 | - | - |
| M | 0.00 | 0.00 | - | - |
| A | 0.00 | 0.00 | - | - |
| M | 0.00 | 0.00 | - | - |
| I | 0.00 | 0.00 | - | - |
| I | 0.00 | 0.00 | - | - |
| A | 0.00 | 0.00 | - | - |
| Σ | 0.00 | 0.00 | - | - |
| O | 0.00 | 0.00 | - | - |
| N | 0.00 | 0.00 | - | - |
| Δ | 0.00 | 0.00 | - | - |
| Σύνολο | 0.00 | 0.00 | | |
| Μέσος όρος ετησίως | | | - | - |

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε %. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 0.0% έως και 0.0%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται το μήνα για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

A5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι : Γραφεία.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δε λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτηρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτηρίου.

Για τα συστήματα φωτισμού στα κτήρια του τριτογενούς τομέα θα πρέπει η φωτεινή δραστηριότητα (απόδοση) να είναι κατ' ελάχιστον 55lm/W.

Όσες ενιαίες επιφάνειες του κτηρίου είναι μεγαλύτερες των 15m² ο τεχνητός φωτισμός θα είναι κατανομημένος σε περισσότερα του ενός κυκλώματα και θα ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες.

Στην περίπτωση του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες Φωτεινότητα/Παρουσίας και ελέγχουν όχι μόνο την αφή και σβέση των φωτιστικών αλλά και την Φωτεινότητά (Ισχύς) ώστε να έχουμε το επιθυμητή στάθμη φωτισμού σύμφωνα με τις αντίστοιχες εξωτερικές συνθήκες.

Στα Γραφεία, σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, θα χρησιμοποιούν φωτιστικά σώματα, είτε με λαμπτήρες φθορισμού, είτε λαμπτήρες LED. Όλα τα φωτιστικά θα έχουν ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία. Η μέση φωτεινή δραστηριότητα των λαμπτήρων θα είναι 88 lumen/W.

Για επιθυμητή στάθμη φωτισμού 500 lux, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 (πίνακας 2.4), η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών στους χώρους των γραφείων υπολογίζεται στα 53.76 kW.

Στις ζώνες φυσικού φωτισμού ενός χώρου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα αφής/σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται σε αυτές. Σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, το 66% της επιφάνειας των γραφείων χαρακτηρίζεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.

Στην περίπτωση του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες Φωτεινότητα/Παρουσίας και ελέγχουν όχι μόνο την αφή και σβέση των φωτιστικών αλλά και την Φωτεινότητά (Ισχύς) ώστε να έχουμε το επιθυμητή στάθμη φωτισμού σύμφωνα με τις αντίστοιχες εξωτερικές συνθήκες. Η διακριτοποίηση των ζωνών έγινε με κριτήριο τη μεταβολή της στάθμης φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας και τον προσανατολισμό τους.

Σε κάθε επιμέρους ζώνη θα υπάρχει η δυνατότητα αφής/σβέσης των λαμπτήρων κατά 60% του συνόλου των φωτιστικών σωμάτων.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας, βλέπε την περιγραφή των συστημάτων των προηγούμενων παραγράφων.

| Ζώνη | Επιθυμητή ισχύς φωτισμού [lux] | Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα [lm/W] | Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού [W/m ²] | Φωτισμός ασφαλείας | Εφεδρικό σύστημα | Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού |
|------|--------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------|------------------|---|
| 1 | 500.0 | 85.0 | 10.4 | ΝΑΙ | ΟΧΙ | Αυτόματος έλεγχος |

A5.4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

Στο κτήριο δεν εφαρμόζεται διόρθωση (συνφ) λόγω χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος.

A5.5. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου:

1. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή.

A.6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2014, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

A6.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Αθήνας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών". Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Αθήνας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

A6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης. Συνεπώς για το υπό μελέτη κτήριο θα εκδοθεί ΠΕΑ για αντίστοιχη κύρια χρήση: Γραφεία.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτηρίου, Γραφεία,
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).

- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από τη μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.

A6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος ανά χρήση δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Εμβαδό και όγκος τμήματος

| Θερμική Ζώνη | Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²] | Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²] | Θερμαινόμενος όγκος [m ³] | Ψυχόμενος όγκος [m ³] |
|--------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Ζώνη 1 | 4628.490 | 4628.490 | 17356.838 | 17356.838 |

A6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014, η διακριτοποίηση ενός κτηρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- 1) Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- 2) Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- 3) Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- 4) Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
- 5) Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου,
- τμήματα του κτηρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Με βάση τα παραπάνω, τα γενικά δεδομένα για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 6.2: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

| Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Γραφεία) | | |
|--|---------|--|
| Χρήση θερμικής ζώνης | Γραφεία | |
| Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²) | 4628.5 | |
| Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)] | 260 | |
| Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό | B | T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 5.5 |
| Αερισμός | | |
| Διείσδυση αέρα (m ³ /h) | 8633 | Τεύχος υπολογισμών |
| Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²) | 0.00 | Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1 |
| Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού | 0 | 100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα |
| Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο | | |
| Αριθμός καμινάδων | | |
| Αριθμός ανεμιστήρων οροφής | 0 | |
| Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής | | |

Α6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές.

Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος γραφείων δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

| Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Γραφεία) | | |
|---|---------------|--|
| Ωράριο λειτουργίας | 10 | Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και 20701-3/2010 |
| Ημέρες λειτουργίας | 5 | |
| Μήνες λειτουργίας | 12 | |
| Περίοδος θέρμανσης | 1/11 έως 15/4 | |
| Περίοδος ψύξης | 15/5 έως 15/9 | |
| Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C) | 20 | |
| Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C) | 26 | |
| Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%) | 35 | |
| Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%) | 45 | |
| Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²) | 3.00 | |
| Στάθμη γενικού φωτισμού (lux) | 500 | |
| Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m ²) | 16.0 | |
| Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /m ² έτος) | 0.00 | |
| Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C) | 45 | |
| Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C) | 10.1 | |
| Εκλύομενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²) | 8.0 | |
| Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών | 0.30 | |
| Εκλύομενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²) | 4.50 | |
| Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών | 0.30 | |

Α6.3.3. Κτηριακό κέλυφος κτηρίου

Α6.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρισμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014.

Στον πίνακα 6.4.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

Πίνακας 6.4.α Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

| Όροφος | Τύπος | Δομικό στοιχείο | γ^1 | U [W/(m ² K)] | A [m ²] | α^2 | ϵ^3 |
|--------|--------|-----------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------|
| | Δάπεδο | Δ3 | | 0.544 | 42.21 | 0.00 | 0.00 |
| | Δάπεδο | Δ3 | | 0.544 | 26.49 | 0.00 | 0.00 |
| | Τοίχος | T1 | 198 | 0.463 | 1.02 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 0.72 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.14 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 4.97 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.49 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.14 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 4.97 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.49 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 1.80 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 2.63 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 5.49 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T43 | 288 | 0.197 | 14.33 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 0.57 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 0.57 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T54 | 288 | 0.476 | 8.01 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 2.44 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.71 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 0.28 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 6.48 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.57 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.49 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.71 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 0.43 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 6.52 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.14 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 0.86 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.31 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.14 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 6.75 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.31 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.71 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.00 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 6.70 | 0.40 | 0.80 |
| | Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.29 | 0.40 | 0.80 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-------|-------|------|------|
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.99 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.85 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 1.31 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 20.09 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 6.35 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T43 | 288 | 0.197 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.56 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T43 | 198 | 0.197 | 15.32 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.03 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 2.06 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T54 | 198 | 0.476 | 7.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T4 | 108 | 0.197 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 4.88 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 108 | 0.238 | 7.84 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 2.47 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 3.36 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 5.25 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 1.73 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T18 | 198 | 0.485 | 1.52 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 3.85 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T44 | 108 | 0.151 | 0.92 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 108 | 0.463 | 2.21 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T18 | 108 | 0.485 | 7.17 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T18 | 108 | 0.485 | 4.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T54 | 108 | 0.476 | 4.83 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 9.60 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 3.22 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 8.08 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 108 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 3.36 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 3.05 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 198 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 17.62 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 108 | 0.482 | 5.81 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 23.80 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 108 | 0.416 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T53 | 108 | 0.488 | 5.95 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 18 | 0.238 | 3.05 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 18 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 2.14 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 108 | 0.463 | 0.61 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 5.11 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.29 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 0.15 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 5.53 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.02 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 1.81 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.59 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 5.07 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 1.68 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.39 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 0.15 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 0.30 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 5.07 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 1.52 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.35 | 0.40 | 0.80 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-------|-------|------|------|
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 1.22 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 18 | 0.463 | 0.46 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 5.36 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 10.63 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 288 | 0.463 | 0.61 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 288 | 0.485 | 3.11 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 18 | 0.238 | 1.31 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 17.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 288 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 288 | 0.485 | 4.48 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 1.07 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.24 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 5.02 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 288 | 0.463 | 0.61 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.11 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T6 | 198 | 0.449 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 1.07 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.24 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 1.98 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 0.15 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 0.15 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 5.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 1.98 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.45 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 2.28 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 5.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 1.83 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 0.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 13.85 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 4.97 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 1.97 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 2.30 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 5.06 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 18 | 0.238 | 6.65 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 18 | 0.482 | 2.52 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 288 | 0.238 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.94 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.89 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 4.93 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 1.83 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 3.29 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 5.04 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.30 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 1.98 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.52 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.15 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 1.98 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.49 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 2.14 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 4.97 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.49 | 0.40 | 0.80 |
| Οροφή | O32 | O | 0.425 | 35.81 | 0.65 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 38.71 | 0.40 | 0.80 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-------|-------|------|------|
| Τοίχος | T17 | 288 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 288 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 288 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 288 | 0.485 | 11.58 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 0.18 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 1.88 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 2.16 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 23.35 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 198 | 0.453 | 9.92 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T53 | 198 | 0.488 | 2.27 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 198 | 0.453 | 2.44 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T53 | 198 | 0.488 | 0.56 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 12.19 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 15.95 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T18 | 18 | 0.485 | 7.50 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 28.43 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T18 | 18 | 0.485 | 12.72 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 3.82 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T6 | 18 | 0.449 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 2.06 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T43 | 288 | 0.197 | 22.73 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T54 | 288 | 0.476 | 10.03 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 21.81 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 22.92 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 1.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 108 | 0.416 | 2.74 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 16.32 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 6.30 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 1.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 2.74 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T48 | 198 | 0.156 | 17.49 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 1.99 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T54 | 198 | 0.476 | 7.02 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 2.44 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 288 | 0.482 | 0.56 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 198 | 0.453 | 33.18 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 198 | 0.482 | 4.36 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 108 | 0.352 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 108 | 0.482 | 4.46 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 198 | 0.453 | 9.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 198 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 3.85 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 17.83 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 108 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 108 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 108 | 0.485 | 7.10 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 3.05 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 198 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 43.82 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 108 | 0.416 | 2.24 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 108 | 0.482 | 9.24 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 3.20 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 0.55 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 23.44 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T17 | 108 | 0.463 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-------|--------|------|------|
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 19.50 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 18 | 0.485 | 22.40 | 0.40 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 23.83 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 50.07 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 7.10 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 137.40 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 43.67 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 20.06 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 1.58 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O7 | Π | 0.129 | 1.58 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O3 | Ο | 0.240 | 446.40 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O6 | Ο | 0.236 | 117.80 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O8 | Ο | 0.240 | 186.00 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O31 | Ο | 0.224 | 111.10 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O32 | Ο | 0.425 | 5.78 | 0.65 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 0.18 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 1.88 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T43 | 288 | 0.197 | 22.73 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T54 | 288 | 0.476 | 10.03 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 21.81 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 22.92 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 1.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 108 | 0.416 | 2.74 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 17.72 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 4.90 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 1.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 2.74 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T48 | 198 | 0.156 | 24.36 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 2.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 198 | 0.453 | 36.45 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 108 | 0.352 | 14.52 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T45 | 198 | 0.245 | 16.80 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 198 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 198 | 0.482 | 0.98 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T45 | 18 | 0.245 | 11.66 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 18 | 0.482 | 0.98 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 3.64 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T45 | 108 | 0.245 | 5.02 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 108 | 0.416 | 1.96 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 108 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 108 | 0.482 | 1.28 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T45 | 288 | 0.245 | 7.56 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 288 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T15 | 288 | 0.482 | 0.70 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 15.19 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 10.69 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 23.45 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 41.15 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 2.43 | 0.40 | 0.80 |
| Οροφή | O32 | Ο | 0.425 | 21.15 | 0.65 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 0.18 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 18 | 0.416 | 1.88 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T43 | 288 | 0.197 | 22.73 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.42 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T54 | 288 | 0.476 | 10.03 | 0.40 | 0.80 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-------|--------|------|------|
| Τοίχος | T40 | 198 | 0.352 | 45.92 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 22.92 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 108 | 0.416 | 4.13 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T42 | 198 | 0.238 | 17.72 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T50 | 198 | 0.485 | 4.90 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 0.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 288 | 0.416 | 3.38 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T48 | 198 | 0.156 | 23.87 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T16 | 198 | 0.416 | 2.63 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 3.75 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 198 | 0.453 | 36.45 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 108 | 0.352 | 2.66 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 108 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 18 | 0.453 | 27.37 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T41 | 288 | 0.453 | 3.00 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 18 | 0.352 | 64.75 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T40 | 288 | 0.352 | 2.43 | 0.40 | 0.80 |
| Οροφή | O31 | O | 0.224 | 458.60 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O3 | O | 0.240 | 238.00 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O6 | O | 0.236 | 57.20 | 0.65 | 0.80 |
| Οροφή | O8 | O | 0.240 | 47.06 | 0.65 | 0.80 |
| Τοίχος | T49 | 18 | 0.481 | 14.48 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T1 | 18 | 0.463 | 0.48 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T1 | 18 | 0.463 | 0.60 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T49 | 288 | 0.481 | 6.02 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T1 | 288 | 0.463 | 0.72 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T1 | 288 | 0.463 | 0.96 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T51 | 288 | 0.482 | 1.31 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T49 | 198 | 0.481 | 16.32 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T1 | 198 | 0.463 | 0.97 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T1 | 198 | 0.463 | 0.48 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T49 | 108 | 0.481 | 7.71 | 0.40 | 0.80 |
| Τοίχος | T22 | 108 | 0.197 | 1.31 | 0.40 | 0.80 |
| Οροφή | O32 | O | 0.425 | 20.16 | 0.65 | 0.80 |

Α6.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

πλάκες σε επαφή με έδαφος

| Δομικό στοιχείο | U [W/(m ² K)] | Εμβαδό A [m ²] | Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m] | B'=2A/Π [m] | Μέσο βάθος έδρασης z [m] | U' [W/(m ² K)] |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Δ3 | 0.544 | 51.340 | 291.000 | 0.353 | 9.1 | 0.207 |
| Δ3 | 0.544 | 35.620 | 291.000 | 0.245 | 9.1 | 0.207 |

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

| Δομικό στοιχείο | U [W/(m ² K)] | Εμβαδό A [m ²] | Μέσο βάθος έδρασης z [m] | U' [W/(m ² K)] |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 20.318 | 9.1 | 0.510 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 4.615 | 9.1 | 0.152 |
| N τοίχωμα T3 | 0.622 | 0.735 | 9.1 | 0.282 |
| A τοίχωμα T1 | 0.463 | 24.433 | 9.1 | 0.152 |
| A τοίχωμα T6 | 0.449 | 0.613 | 9.1 | 0.118 |
| A τοίχωμα T4 | 0.197 | 10.760 | 6.0 | 0.197 |
| A τοίχωμα T6 | 0.449 | 3.540 | 6.0 | 0.150 |
| A τοίχωμα T54 | 0.476 | 1.040 | 3.0 | 0.194 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 20.318 | 6.0 | 0.155 |
| N τοίχωμα T3 | 0.622 | 6.375 | 6.0 | 0.178 |
| A τοίχωμα T2 | 0.642 | 29.813 | 6.0 | 0.179 |
| N τοίχωμα T1 | 0.463 | 17.971 | 2.8 | 0.291 |
| A τοίχωμα T45 | 0.245 | 4.405 | 2.8 | 0.245 |
| A τοίχωμα T15 | 0.482 | 2.748 | 2.8 | 0.272 |
| A τοίχωμα T50 | 0.485 | 2.430 | 0.5 | 0.415 |

Α6.3.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Πίνακας 6.4.β Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

| Όροφος | Τύπος | Δομικό στοιχείο | U [W/(m ² K)] | A [m ²] | Γειτνιαζών ΜΟΧ |
|--------|--------|--------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 0.00 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 37.69 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E7 | 0.187 | 1.18 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E8 | 0.453 | 18.59 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E6 | 0.416 | 3.54 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 2.45 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 0.94 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E8 | 0.453 | 0.86 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 4.99 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 1.86 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 1.50 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 11.00 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 3.57 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 0.94 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 0.56 | ΓΚΑΡΑΖ |

| | | | | | |
|--|--------|-----|-------|--------|----------------------------|
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 11.98 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 7.72 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E2 | 0.000 | 9.31 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E12 | 0.485 | 2.94 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E3 | 0.453 | 0.98 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 10.54 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E12 | 0.485 | 4.13 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E6 | 0.416 | 3.92 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E7 | 0.187 | 6.49 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 0.44 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 4.25 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 8.35 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 16.07 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 21.10 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Τοίχος | E5 | 0.469 | 7.04 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Οροφή | O5 | 0.417 | 14.79 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 12.00 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 4.99 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 4.07 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 3.94 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 8.44 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E2 | 0.000 | 11.57 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Τοίχος | E12 | 0.485 | 2.94 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Τοίχος | E8 | 0.453 | 1.24 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 21.72 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E12 | 0.485 | 6.13 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E6 | 0.416 | 4.96 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Δάπεδο | Δ4 | 0.594 | 11.43 | ΓΚΑΡΑΖ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 16.95 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 5.18 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Τοίχος | E4 | 0.455 | 10.88 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Τοίχος | E12 | 0.485 | 2.03 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Τοίχος | E1 | 0.572 | 10.45 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Τοίχος | E11 | 0.482 | 4.27 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |
| | Δάπεδο | Δ1 | 0.145 | 720.60 | ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ |
| | Δάπεδο | Δ1 | 0.145 | 389.00 | ΜΗΧΑΝΟ ΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ |

Α6.3.3.4. Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων των τυχόν μη θερμαινόμενων χώρων, που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και εκείνων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος αντίστοιχα.

Πίνακας 6.4.γ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με αέρα.

| ΜΟΧ | Τύπος | Προσανατολισμός | U [W/(m ² K)] | Εμβαδό [m ²] |
|---------------------|-------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| ΓΚΑΡΑΖ | O4 | | 0.353 | 36.300 |
| ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ | O4 | | 0.353 | 1192.000 |
| | O4 | | 0.353 | 34.240 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ | T47 | B | 0.572 | 0.49 |
| | T25 | Δ | 0.458 | 0.76 |
| | T25 | N | 0.458 | 0.42 |
| | T30 | N | | 3.92 |
| | T26 | N | 0.492 | 0.00 |
| | T25 | N | 0.458 | 0.27 |
| | T54 | Δ | 0.476 | 0.99 |
| | O4 | | 0.353 | 14.160 |
| | O4 | | 0.353 | 32.550 |
| | O4 | | 0.353 | 44.900 |

Πίνακας 6.4.δ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με έδαφος.

| ΜΟΧ | Τύπος | U [W/(m ² K)] | Εμβαδό [m ²] | Εκτεθειμένη περίμετρος [m] | Μέσο βάθος έδρασης [m] |
|------------|-------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|
| ΓΚΑΡΑΖ | T25 | 0.471 | 9.220 | | 9.1 |
| | T3 | 0.282 | 0.858 | | 9.1 |
| | T26 | 0.202 | 7.595 | | 9.1 |
| | T3 | 0.245 | 2.083 | | 9.1 |
| | T29 | 0.202 | 3.063 | | 9.1 |
| | T29 | 0.139 | 4.270 | | 6.7 |
| | T33 | 0.207 | 9.608 | | 9.1 |
| | T25 | 0.141 | 14.963 | | 9.1 |
| | T25 | 0.141 | 140.175 | | 9.1 |
| | T25 | 0.141 | 51.188 | | 9.1 |
| | T25 | 0.141 | 35.280 | | 9.1 |
| | T26 | 0.213 | 7.740 | | 9.1 |
| | T25 | 0.141 | 17.955 | | 9.1 |
| | T25 | 0.141 | 24.888 | | 9.1 |
| | T6 | 0.118 | 1.102 | | 9.1 |
| | T25 | 0.123 | 1.150 | | 9.1 |
| | T3 | 0.274 | 4.235 | | 9.1 |
| | T26 | 0.258 | 16.835 | | 9.1 |
| | T29 | 0.143 | 1.380 | | 6.2 |
| | T25 | 0.141 | 20.003 | | 9.1 |
| T25 | 0.141 | 94.343 | | 9.1 | |
| Δ2 | 0.207 | 2555.00 | 5112.00 | | 9.1 |
| ΓΚΑΡΑΖ ΑΥΠ | T25 | 0.206 | 201.140 | | 6.0 |
| | T25 | 0.206 | 17.120 | | 6.0 |
| | T3 | 0.157 | 0.962 | | 6.0 |
| | T26 | 0.149 | 7.595 | | 6.0 |
| | T3 | 0.149 | 2.083 | | 6.0 |
| | T29 | 0.149 | 3.063 | | 6.0 |
| | T29 | 0.201 | 4.270 | | 3.5 |
| | T33 | 0.160 | 9.608 | | 6.0 |
| | T25 | 0.154 | 14.963 | | 6.0 |

| | | | | | |
|---------------------|-----|-------|---------|--|-----|
| | T25 | 0.154 | 140.175 | | 6.0 |
| | T25 | 0.149 | 22.515 | | 6.0 |
| | T6 | 0.150 | 3.540 | | 6.0 |
| | T15 | 0.233 | 0.920 | | 2.3 |
| | T25 | 0.165 | 32.148 | | 6.0 |
| | T25 | 0.165 | 16.747 | | 6.0 |
| | T34 | 0.161 | 4.042 | | 6.0 |
| | T22 | 0.197 | 8.085 | | 6.0 |
| | T25 | 0.165 | 14.245 | | 6.0 |
| | T26 | 0.167 | 10.710 | | 6.0 |
| | T29 | 0.238 | 0.920 | | 2.3 |
| | T1 | 0.166 | 21.945 | | 6.0 |
| | T25 | 0.165 | 31.762 | | 6.0 |
| | T25 | 0.165 | 1.150 | | 6.0 |
| | T3 | 0.180 | 4.235 | | 6.0 |
| | T26 | 0.186 | 27.599 | | 6.0 |
| | T25 | 0.179 | 28.639 | | 6.0 |
| | T25 | 0.198 | 160.832 | | 6.0 |
| | T25 | 0.206 | 83.055 | | 6.0 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ | T47 | 0.336 | 8.63 | | 2.8 |
| | T25 | 0.289 | 13.44 | | 2.8 |
| | T25 | 0.289 | 7.50 | | 2.8 |
| | T30 | 0.000 | 69.34 | | 2.8 |
| | T26 | 0.303 | 44.29 | | 2.8 |
| | T25 | 0.289 | 4.81 | | 2.8 |
| | T46 | 0.212 | 9.138 | | 2.8 |
| | T29 | 0.276 | 2.863 | | 2.8 |
| | T54 | 0.408 | 3.35 | | 0.5 |

Α6.3.3.5. Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων

Ο συνολικός αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014. Για το υπό μελέτη κτήριο η παροχή αέρα των μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και ο αερισμός τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

| ΜΟΧ | Παροχή [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3$] | Συνολικός όγκος [m^3] | Αερισμός [m^3/h] |
|---------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|
| ΓΚΡΑΡΑΖ | 10.0 | 8969.30 | 89693.00 |
| ΓΚΡΑΡΑΖ ΑΥΠ | 10.0 | 10567.56 | 105675.57 |
| ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ | 3.0 | 1646.19 | 4938.57 |

Α6.3.3.6. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

Στην παράγραφο 4.3 παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των κουφωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο υπό μελέτη κτήριο κατά περίπτωση.

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους "g" σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από τον κατασκευαστή και φαίνεται στους αναλυτικούς υπολογισμούς που παρατίθενται.

Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Για κάθε κούφωμα υπολογίσθηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα F_{ov} και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό F_{fin} .

Στον πίνακα 6.5.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) και στον πίνακα 6.5.β για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 6.5.α Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους.

| Κουφωμα | γ | Εμβαδό [m ²] | U [W/(m ² K)] | g_w | F _{hor} θέρμ. | F _{hor} ψύξη | F _{ov} θέρμ. | F _{ov} ψύξη | F _{fin} θέρμ. | F _{fin} ψύξη |
|---------|----------|-----------------------------|-----------------------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| N1 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.74 | 0.60 | 0.92 | 0.92 |
| N2 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.74 | 0.60 | 0.92 | 0.92 |
| N3 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.74 | 0.60 | 0.92 | 0.92 |
| N4 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.74 | 0.60 | 0.92 | 0.92 |
| N5 | 198 | 2.75 | 1.300 | 0.37 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.80 | 1.00 | 1.00 |
| N7 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 0.90 | 0.98 | 0.43 | 0.37 | 0.89 | 0.86 |
| | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 0.87 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N8 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 0.44 | 0.91 | 0.66 | 0.51 | 0.82 | 0.89 |
| N9 | 198 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 0.44 | 0.91 | 0.66 | 0.51 | 0.74 | 0.87 |
| N10 | 198 | 7.81 | 1.200 | 0.39 | 0.44 | 0.91 | 0.66 | 0.51 | 0.75 | 0.90 |
| N1 | 198 | 19.25 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N2 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N3 | 198 | 7.81 | 1.000 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N4 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N5 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N6 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N7 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N8 | 198 | 3.63 | 2.000 | 0.36 | 1.00 | 1.00 | 0.52 | 0.41 | 0.91 | 0.91 |
| N9 | 198 | 2.75 | 1.200 | 0.37 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.76 | 0.97 | 0.98 |
| N10 | 198 | 3.33 | 1.100 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N11 | 198 | 1.40 | 1.200 | 0.36 | 0.93 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N12 | 198 | 3.85 | 1.000 | 0.38 | 0.95 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.82 | 0.80 |
| N1 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N2 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N3 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N4 | 198 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.87 | 0.79 | 1.00 | 1.00 |
| N5 | 198 | 3.63 | 2.000 | 0.36 | 1.00 | 1.00 | 0.52 | 0.41 | 0.91 | 0.91 |
| N6 | 198 | 2.75 | 1.200 | 0.37 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.76 | 0.97 | 0.98 |
| N7 | 198 | 4.43 | 1.100 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N1 | 198 | 13.49 | 1.000 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.77 | 1.00 | 1.00 |
| N2 | 198 | 13.49 | 1.000 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.77 | 1.00 | 1.00 |
| N3 | 198 | 13.49 | 1.000 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.77 | 1.00 | 1.00 |
| N4 | 198 | 13.49 | 1.000 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.77 | 1.00 | 1.00 |
| N5 | 198 | 3.63 | 2.000 | 0.36 | 1.00 | 1.00 | 0.59 | 0.45 | 0.91 | 0.91 |
| N6 | 198 | 2.75 | 1.200 | 0.37 | 1.00 | 1.00 | 0.83 | 0.73 | 0.96 | 0.97 |
| N7 | 198 | 4.43 | 1.100 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Πίνακας 6.5.β Δεδομένα κουφωμάτων

| Κουφωμα | γ | Εμβαδό [m ²] | U [W/(m ² K)] | g_w | F _{hor} θέρμ. | F _{hor} ψύξη | F _{ov} θέρμ. | F _{ov} ψύξη | F _{fin} θέρμ. | F _{fin} ψύξη |
|---------|----------|-----------------------------|-----------------------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| B1 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.62 | 0.64 | 0.95 | 0.91 |
| B2 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.62 | 0.64 | 0.96 | 0.93 |
| B3 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.62 | 0.64 | 0.97 | 0.91 |
| Δ1 | 288 | 4.95 | 1.200 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 0.62 | 1.00 | 1.00 |
| Δ2 | 288 | 4.95 | 2.000 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 0.62 | 1.00 | 1.00 |
| | 288 | 3.63 | 2.000 | 0.36 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| A1 | 108 | 3.16 | 1.300 | 0.38 | 0.82 | 0.88 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| A2 | 108 | 3.16 | 1.300 | 0.38 | 0.83 | 0.89 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| A3 | 108 | 4.43 | 1.200 | 0.38 | 0.84 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| A4 | 108 | 4.43 | 1.200 | 0.38 | 0.86 | 0.91 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 0.88 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| A5 | 108 | 3.85 | 1.200 | 0.38 | 0.86 | 0.91 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| A6 | 108 | 3.85 | 1.200 | 0.38 | 0.86 | 0.91 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| A7 | 108 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 0.92 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 0.92 | 0.99 |
| B4 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.98 | 0.95 |
| B5 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.98 | 0.95 |
| B6 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.98 | 0.95 |
| B7 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.98 | 0.95 |
| Δ3 | 288 | 2.33 | 1.200 | 0.35 | 1.00 | 1.00 | 0.46 | 0.40 | 0.94 | 0.97 |
| Δ4 | 288 | 7.94 | 1.100 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.57 | 0.51 | 0.94 | 0.97 |
| Δ5 | 288 | 5.20 | 0.000 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.70 | 0.76 |
| | 288 | 42.34 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.49 | 0.43 | 1.00 | 1.00 |
| B9 | 18 | 5.20 | 0.000 | 0.00 | 0.94 | 0.84 | 0.63 | 0.65 | 0.92 | 0.82 |
| B10 | 18 | 6.71 | 1.200 | 0.38 | 0.94 | 0.84 | 0.52 | 0.53 | 0.93 | 0.83 |
| | 18 | 6.71 | 1.200 | 0.38 | 0.94 | 0.84 | 0.62 | 0.64 | 0.92 | 0.82 |
| B11 | 18 | 9.63 | 1.200 | 0.38 | 0.94 | 0.84 | 0.62 | 0.64 | 0.93 | 0.85 |
| B12 | 18 | 5.20 | 0.000 | 0.00 | 0.94 | 0.84 | 0.63 | 0.65 | 0.94 | 0.87 |
| B13 | 18 | 3.85 | 1.400 | 0.38 | 0.94 | 0.84 | 0.62 | 0.64 | 0.94 | 0.87 |
| B14 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.62 | 0.64 | 0.95 | 0.89 |
| Δ2 | 288 | 3.16 | 1.300 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 0.62 | 1.00 | 1.00 |
| Δ3 | 288 | 4.78 | 1.200 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Δ4 | 288 | 18.09 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.84 | 0.82 | 0.70 | 0.76 |
| Δ5 | 288 | 28.88 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.84 | 0.82 | 0.70 | 0.77 |
| B1 | 18 | 7.81 | 1.100 | 0.39 | 0.95 | 0.85 | 0.85 | 0.86 | 0.93 | 0.82 |
| B2 | 18 | 19.52 | 1.200 | 0.40 | 0.95 | 0.85 | 0.85 | 0.86 | 0.94 | 0.87 |
| B3 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 0.95 | 0.85 | 0.85 | 0.86 | 0.95 | 0.90 |
| B4 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 0.96 | 0.93 |
| B5 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 0.97 | 0.95 |
| B6 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 0.97 | 0.94 |
| B7 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 0.97 | 0.95 |
| Δ6 | 288 | 3.12 | 1.200 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.87 | 0.83 | 0.91 |
| A1 | 108 | 40.23 | 1.100 | 0.40 | 0.92 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.91 |
| A2 | 108 | 4.43 | 1.200 | 0.38 | 0.91 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| A3 | 108 | 4.43 | 1.200 | 0.38 | 0.92 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 0.88 |
| A4 | 108 | 3.85 | 1.200 | 0.38 | 0.92 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| A5 | 108 | 3.85 | 1.200 | 0.38 | 0.94 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| A6 | 108 | 4.43 | 1.200 | 0.38 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.71 | 0.92 |
| B8 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| B9 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| B10 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| B11 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| A1 | 108 | 40.23 | 1.100 | 0.40 | 0.96 | 0.97 | 0.40 | 0.35 | 0.98 | 0.91 |
| B5 | 18 | 7.81 | 1.000 | 0.39 | 0.98 | 0.92 | 0.85 | 0.86 | 0.95 | 0.91 |
| B6 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 0.98 | 0.92 | 0.85 | 0.86 | 0.99 | 0.98 |
| B7 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 0.98 | 0.92 | 0.85 | 0.86 | 0.99 | 0.99 |
| B8 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| B9 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| B10 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 0.99 |
| B11 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 1.00 | 1.00 |
| Δ7 | 288 | 4.51 | 1.200 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.89 | 0.83 | 0.91 |
| A1 | 108 | 49.09 | 1.100 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| B3 | 18 | 7.81 | 1.000 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.95 | 0.91 |
| B4 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.99 | 0.98 |
| B5 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 0.99 | 0.99 |
| B6 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 1.00 | 0.99 |
| B7 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 1.00 | 1.00 |
| B8 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 1.00 | 0.99 |
| B9 | 18 | 19.52 | 1.000 | 0.40 | 1.00 | 1.00 | 0.86 | 0.88 | 1.00 | 1.00 |
| Δ2 | 288 | 4.51 | 1.200 | 0.38 | 1.00 | 1.00 | 0.91 | 0.90 | 0.83 | 0.91 |

A6.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης χώρων,
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, στο λογισμικό.

A6.3.4.1. Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Γραφεία"

Πίνακας 6.6. Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Γραφεία

| Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Γραφεία) | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|----------|---|
| Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 746.5 kW | | | | | | | | | | | |
| Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 3.200 | | | | | | | | | | | |
| Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός | | | | | | | | | | | |
| Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} : | | | | | | | | | | | |
| Συντελεστής μόνωσης n_{g2} : | | | | | | | | | | | |
| Πραγματικός βαθμός απόδοσης n_{gm} : | | | | | | | | | | | |
| Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ | 1 | ΦΕΒ | 1 | ΜΑΡ | 1 | ΑΠΡ | 1 | ΜΑΙ | 0 | ΙΟΥ Ν | 0 |
| ΙΟΥ Λ | 0 | ΑΥΓ | 0 | ΣΕΠ | 0 | ΟΚΤ | 0 | ΝΟΕ | 1 | ΔΕΚ | 1 |
| Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m ²): | | | | | | | | | | | |
| Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 225.000 | | | | | | | | | | | |
| Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input checked="" type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 90.00 | | | | | | | | | | | |
| Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 93.0% | | | | | | | | | | | |
| Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Τερματικές μονάδες | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--------------------|---|
| Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων Τοπικές αντλίες θερμότητας | | |
| Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12 | | |
| Βοηθητική ενέργεια | | |
| Τύπος βοηθητικών συστημάτων | Αριθμός συστημάτων | Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²) |
| | | 1.73 |
| Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου | | |

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή. Επειδή καλύπτει κάθε υπό μελέτη τμήμα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από τη μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων.

Στον πίνακα 6.6. δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του τμήματος με χρήση "Γραφεία"

A6.3.4.2. Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Γραφεία"

Πίνακας 6.7. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Γραφεία"

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|------|---|
| Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Γραφεία) | | | | | | | | | | | |
| Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτος ψύκτης ισχύος 766.0 kW | | | | | | | | | | | |
| Βαθμός απόδοσης EER: 2.800 | | | | | | | | | | | |
| Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός | | | | | | | | | | | |
| Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ | 0 | ΦΕΒ | 0 | ΜΑΡ | 0 | ΑΠΡ | 0 | ΜΑΙ | 1 | ΙΟΥΝ | 1 |
| ΙΟΥΛ | 1 | ΑΥΓ | 1 | ΣΕΠ | 1 | ΟΚΤ | 0 | ΝΟΕ | 0 | ΔΕΚ | 0 |
| Λ | | | | | | | | | | | |
| Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 255.000 | | | | | | | | | | | |
| Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input checked="" type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): | | | | | | | | | | | |
| Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--------------------|---|
| Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98.2% | | |
| Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> | | |
| Τερματικές μονάδες | | |
| Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής) | | |
| Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 T.O.T.E.E. 20701-1/2010, πίνακας 4.14 | | |
| Βοηθητική ενέργεια | | |
| Τύπος βοηθητικών συστημάτων | Αριθμός συστημάτων | Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²) |
| | | 1.73 |
| Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου | | |

Α6.3.4.3. Δεδομένα για σύστημα αερισμού

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτηρίου είναι μηχανικός και σύμφωνα με την T.O.T.E.E. 20701-1/2014, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της T.O.T.E.E. 20701-1/2014 λαμβάνεται μηχανικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής :

- Γραφεία: 3.00 m³/h/m²

Η ζώνη 1(Γραφεία) διαθέτει και σύστημα μηχανισμού αερισμού / ΚΚΜ με τα εξής χαρακτηριστικά:

| A/a | Ενεργό τμήμα θέρμανσης | Παροχή αέρα θέρμανσης (m ³ /s) | Συντελεστής ανακυκλοφορίας αέρα (θέρμανση) | Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (θέρμανση) | Ενεργό τμήμα ψύξης | Παροχή αέρα ψύξης (m ³ /s) | Συντελεστής ανακυκλοφορίας αέρα (ψύξη) | Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (ψύξη) | Ενεργό τμήμα ύγρασσης | Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας | Φίλτρα | Ειδική απορρόφηση ισχύος (kW/m ³) |
|-----|------------------------|---|--|---|--------------------|---------------------------------------|--|---|-----------------------|--------------------------------|--------|---|
| 1 | ΝΑΙ | 6030.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 6030.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 0.000 | ΝΑΙ | 2.500 |
| 2 | ΝΑΙ | 4090.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 4090.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 0.000 | ΝΑΙ | 2.500 |
| 3 | ΝΑΙ | 5110.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 5110.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 0.000 | ΝΑΙ | 2.500 |
| 4 | ΝΑΙ | 2675.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 2675.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 0.000 | ΝΑΙ | 2.500 |
| 5 | ΝΑΙ | 2125.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 2125.000 | 0.000 | 0.500 | ΝΑΙ | 0.000 | ΝΑΙ | 2.500 |

Α6.3.4.4. Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη κτήριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 6.8 που ακολουθεί.

Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της T.O.T.E.E. 20701-1/2014 και με ποσοστό απωλειών που φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 6.8. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

| Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Γραφεία) | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|----------|---|
| Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: | | | | | | | | | | | |
| Είδος καυσίμου: | | | | | | | | | | | |
| Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%) | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ | 1 | ΦΕΒ | 1 | ΜΑΡ | 1 | ΑΠΡ | 1 | ΜΑΙ | 1 | ΙΟΥ Ν | 1 |
| ΙΟΥ Λ | 1 | ΑΥΓ | 1 | ΣΕΠ | 1 | ΟΚΤ | 1 | ΝΟΕ | 1 | ΔΕΚ | 1 |
| Δίκτυο διανομής θερμότητας | | | | | | | | | | | |
| Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%): 100.0% | | | | | | | | | | | |
| Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας | | | | | | | | | | | |
| Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX: 0% | | | | | | | | | | | |

A6.3.4.5. Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ZNX του κτηρίου. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.9. που ακολουθεί:

Πίνακας 6.9. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

| Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Γραφεία) | |
|---|-------|
| Είδος ηλιακού συλλέκτη | Απλός |
| Χρήση ηλιακού συλλέκτη για: <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων | |
| Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%): | - |
| Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%): | - |
| Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m ²): | 0.0 |
| Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°): | 0 |
| Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°): | 180 |
| Συντελεστής σκίασης F-s: | 1.00 |

A6.3.4.6. Δεδομένα για σύστημα φωτισμού

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων φωτισμού του κτηρίου, όπου αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., συνοψίζονται παρακάτω:

| Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης 1 (Γραφεία) 47918.5 Για φωτιστική δραστηριότητα 85lm/W και Στάθμη φωτισμού 500.0Lux | | |
|---|---|----------------------------|
| Περιοχή φυσικού φωτισμού (%) | 68.6 | |
| Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F_D | 0.9 | Αυτόματος έλεγχος φωτισμού |
| Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F_O | 0.9 | |
| Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού (h) ₀ | 2080 | Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. |
| Χρόνος χρήσης τεχνητού φωτισμού (h) ₀ | 520 | Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. |
| Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ | |
| Φωτισμός ασφαλείας | <input checked="" type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ | |
| Σύστημα εφεδρείας | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ | |

A6.3.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή και ανάλογα τη χρήση και τη λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014.

A7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²), όπως:

Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη

Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.)

Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2014 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

| Πηγή ενέργειας | Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια | Ελκυσόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kW) |
|-------------------------|--|--|
| Φυσικό αέριο | 1,05 | 0,196 |
| Πετρέλαιο θέρμανσης | 1,10 | 0,264 |
| Ηλεκτρική ενέργεια | 2,90 | 0,989 |
| Υγραέριο | 1,05 | 0,238 |
| Βιομάζα | 1,00 | --- |
| Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η. | 0,70 | 0,347 |

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτήριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

A 7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Γραφεία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 7.1.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου Χρήση: Γραφεία

| Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 2.30 | 1.40 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 1.40 | 5.80 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 9.60 | 16.70 | 15.50 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.60 |
| Ζεστό νερό χρήσης | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 7.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 1.50 | 1.10 | 0.90 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.80 | 1.20 | 6.40 |
| Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.30 | 3.60 | 5.90 | 5.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.80 |
| ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ηλιακή ενέργεια για ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Φωτισμός | 2.00 | 1.80 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 23.90 |
| Φωτοβολταϊκά | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Σύνολο | 3.50 | 3.00 | 2.90 | 2.50 | 3.30 | 5.60 | 7.90 | 7.60 | 3.40 | 2.50 | 2.70 | 3.20 | 48.10 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 7.3.:

Πίνακας 7.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο - "Γραφεία"

Χρήση: Γραφεία

| Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²) | |
|---|------|
| Ηλεκτρισμός | 48.1 |
| Γεωθερμία | 0.0 |
| Σύνολο | 48.1 |

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 7.4. που ακολουθεί.

Πίνακας 7.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | |
|---|--|--------------------|
| | Κτήριο αναφοράς | Εξεταζόμενο κτήριο |
| Θέρμανση | 17.2 | 18.6 |
| Ψύξη | 72.2 | 51.7 |
| ZNX | 0.0 | 0.0 |
| Φωτισμός | 123.5 | 69.3 |
| Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ | 0.0 | 0.0 |
| Σύνολο | 212.9 | 139.6 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5.

Πίνακας 7.5. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²) | Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²) |
|--------------|--|---|
| Ηλεκτρισμός | 48.1 | 47.0 |
| Γεωθερμία | 0.0 | 0.0 |

7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία B+ (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Αρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

| ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| A+ $EP \leq 0.33$ | |
| A $0.33R_R < EP \leq 0.50R_R$ | |
| B+ $0.50R_R < EP \leq 0.75R_R$ | |
| B $0.75R_R < EP \leq 1.00R_R$ | B+ |
| Γ $1.00R_R < EP \leq 1.41R_R$ | 139.60 kWh/m² |
| Δ $1.41R_R < EP \leq 1.82R_R$ | |
| E $1.82R_R < EP \leq 2.27R_R$ | |
| Z $2.27R_R < EP \leq 2.73R_R$ | |
| H $2.73R_R < EP$ | |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ | |

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου

A8. Μέτρα για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου

Από τα αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης, προκύπτει ότι το κτήριο είναι σε πολύ καλή κατάσταση ενεργειακά. Θα προσπαθήσουμε με κάποιες παρεμβάσεις να αναβαθμίσουμε το κτήριο λίγο περισσότερο ώστε να πλησιάσουμε την μηδενική ενεργειακή κατανάλωση.

A8.1. Σενάριο 1

Αρχικά, θα γίνουν περιμετρικά του κτηρίου, στον περιβάλλοντα χώρο, 35 γεωθερμικές γεωτρήσεις βάθους 100m, οι γεωτρήσεις αυτές θα γίνουν σε απόσταση 8m περίπου μεταξύ και σε απόσταση 3m από την θεμελίωση. Η ενεργειακή απόδοση των γεωτρήσεων είναι 5kw για κάθε γεώτρηση και το κόστος περίπου 3000 ευρώ για κάθε μία.

Πίνακας 8.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

| Σύστημα | Τύπος | Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW] | Δείκτης αποδοτικότητας EER | Καύσιμο |
|---------|---|-------------------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | Αερόψυκτος ψύκτης | 622.0 | 2.800 | Ηλεκτρισμός |
| | Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη | 144.0 | 5.660 | Ηλεκτρισμός |

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Γραφεία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 8.2.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 8.2. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Γραφεία

| Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 2.30 | 1.40 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 1.40 | 5.80 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 9.60 | 16.70 | 15.50 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.60 |
| Ζεστό νερό χρήσης | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 8.3. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (χρήση γραφεία)

| Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 1.40 | 1.10 | 0.90 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.80 | 1.20 | 6.20 |
| Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 3.30 | 5.40 | 5.10 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.40 |
| ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ηλιακή ενέργεια για ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Φωτισμός | 2.00 | 1.80 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 23.90 |
| Φωτοβολταϊκά | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Σύνολο | 3.50 | 2.90 | 2.90 | 2.50 | 3.30 | 5.30 | 7.40 | 7.10 | 3.30 | 2.50 | 2.70 | 3.20 | 46.60 |

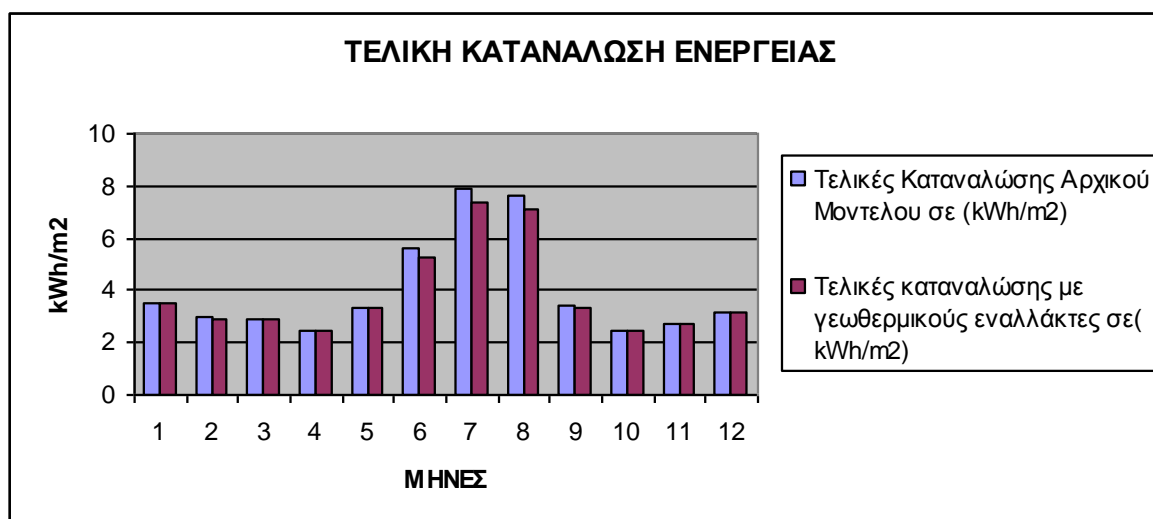
Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 8.4.:

Πίνακας 8.4. Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Γραφεία"

Χρήση: Γραφεία

| Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²) | |
|---|------|
| Ηλεκτρισμός | 46.6 |
| Γεωθερμία | 0.0 |
| Σύνολο | 46.6 |

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 8.1. που ακολουθεί.



Σχήμα 8.1 κοινή απεικόνιση της πορείας της μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας ανά τελική χρήση ανά τ.μ και της κατανάλωσης ενέργειας ανά τελική χρήση μετά την εγκατάσταση των γεωθερμικών εναλλακτών. και ανά μήνα.

Πίνακας 8.5. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | |
|---|--|--------------------|
| | Κτήριο αναφοράς | Εξεταζόμενο κτήριο |
| Θέρμανση | 17.1 | 18.1 |
| Ψύξη | 71.5 | 47.6 |
| ZNX | 0.0 | 0.0 |
| Φωτισμός | 123.5 | 69.3 |
| Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ | 0.0 | 0.0 |
| Σύνολο | 212.1 | 134.9 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 8.6.

Πίνακας 8.6. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²) | Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²) |
|--------------|--|---|
| Ηλεκτρισμός | 46.6 | 46.0 |
| Γεωθερμία | 0.0 | 0.0 |

A8.1.1. Ενεργειακή κατάταξη χρήση κτηρίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 8.5) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία B+ (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

Παρατηρούμε ότι μετά την παρέμβαση που κάναμε να τοποθετήσουμε γεωθερμικούς εναλλάκτες στο κτήριο εκμεταλευόμενη την ενέργεια από το έδαφος, το κτήριο βελτιώθηκε αλλά όχι σε βαθμό ικανοποιητικό αναλογικά και με το κόστος της εγκαταστάσεις.

| ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| A+ $EP \leq 0.33$ | |
| A $0.33R_R < EP \leq 0.50R_R$ | |
| B+ $0.50R_R < EP \leq 0.75R_R$ | |
| B $0.75R_R < EP \leq 1.00R_R$ | B+ |
| Γ $1.00R_R < EP \leq 1.41R_R$ | 134.90 kWh/m² |
| Δ $1.41R_R < EP \leq 1.82R_R$ | |
| Ε $1.82R_R < EP \leq 2.27R_R$ | |
| Ζ $2.27R_R < EP \leq 2.73R_R$ | |
| Η $2.73R_R < EP$ | |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ | |

A8.2. Σενάριο 2

Το δεύτερο μέτρο που θα πάρουμε είναι η τοποθέτηση 645m² φωτοβολταϊκών στοιχείων στο δώμα του κτηρίου. Γενικά το κόστος και η τιμές για ένα σταθερό Φ/Β στην Ελληνική αγορά κυμαίνονται από 2829€/kW-4182€/kW. Εμείς έχουμε επιλέξει πολυκρυσταλλικά πάνελ πυριτίου συνολικής εγκαταστημένης ισχύος 157,29 kW ενώ η ηλιακή ενέργεια που παράγει ένα φωτοβολταϊκό στην Αθήνα ανάλογα με την ηλιοφάνεια της περιοχής είναι 1330kWh/έτος.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Γραφεία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 8.7.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 8.7. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίουΧρήση: Γραφεία

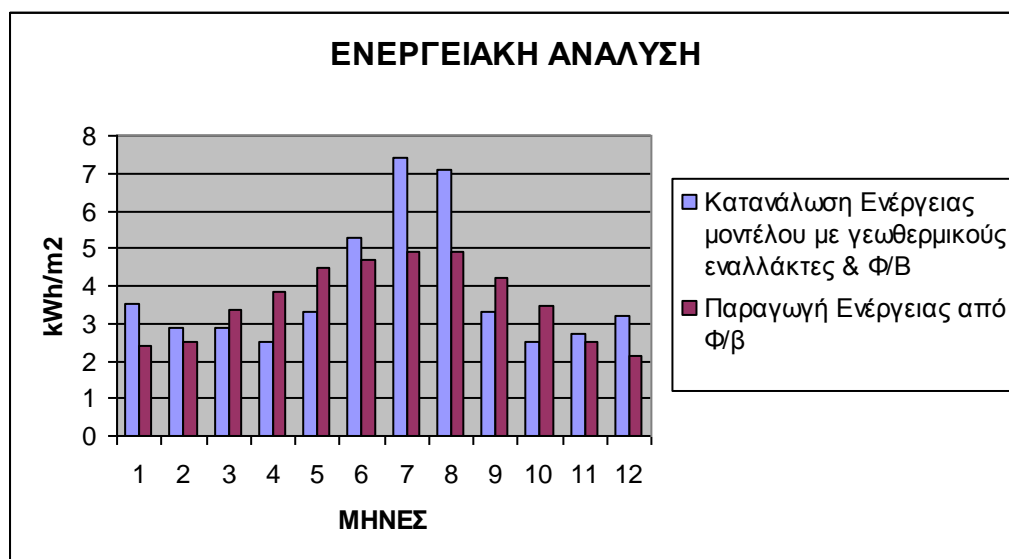
| Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 2.30 | 1.40 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 1.40 | 5.80 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 9.60 | 16.70 | 15.50 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.60 |
| Ζεστό νερό χρήσης | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 8.8. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 1.40 | 1.10 | 0.90 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.80 | 1.20 | 6.20 |
| Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 3.30 | 5.40 | 5.10 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.40 |
| ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ηλιακή ενέργεια για ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Φωτισμός | 2.00 | 1.80 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 23.90 |
| Φωτοβολταϊκά | 2.50 | 2.60 | 3.50 | 4.00 | 4.70 | 4.90 | 5.10 | 5.10 | 4.40 | 3.60 | 2.60 | 2.20 | 45.20 |
| Σύνολο | 3.50 | 2.90 | 2.90 | 2.50 | 3.30 | 5.30 | 7.40 | 7.10 | 3.30 | 2.50 | 2.70 | 3.20 | 46.60 |



Σχήμα 8.2 κοινή απεικόνιση της πορείας της μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας ανά τελική χρήση ανά τ.μ και της παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β ανά τ.μ και ανά μήνα

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 8.9.

Πίνακας 8.9. Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Γραφεία"

Χρήση: Γραφεία

| Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²) | |
|---|------|
| Ηλεκτρισμός | 4.8 |
| Ηλιακή ενέργεια | 45.2 |
| Γεωθερμία | 0.0 |
| Σύνολο | 46.6 |

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 8.10. που ακολουθεί.

Πίνακας 8.10. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | |
|---|--|--------------------|
| | Κτήριο αναφοράς | Εξεταζόμενο κτήριο |
| Θέρμανση | 17.1 | 18.0 |
| Ψύξη | 71.5 | 47.6 |
| ZNX | 0.0 | 0.0 |
| Φωτισμός | 123.5 | 69.3 |
| Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ | 0.0 | 112.3 |
| Σύνολο | 212.1 | 22.7 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 8.11.

Πίνακας 8.11. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²) | Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²) |
|-----------------|--|---|
| Ηλεκτρισμός | 4.8 | 4.0 |
| Ηλιακή ενέργεια | 45.2 | 0.0 |
| Γεωθερμία | 0.0 | 0.0 |

A8.2.1 Ενεργειακή κατάταξη χρήση κτηρίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 8.10) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

| ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| A+ $EP \leq 0.33$ | |
| A $0.33R_R < EP \leq 0.50R_R$ | |
| B+ $0.50R_R < EP \leq 0.75R_R$ | |
| B $0.75R_R < EP \leq 1.00R_R$ | A+ |
| Γ $1.00R_R < EP \leq 1.41R_R$ | 22.70 kWh/m² |
| Δ $1.41R_R < EP \leq 1.82R_R$ | |
| Ε $1.82R_R < EP \leq 2.27R_R$ | |
| Ζ $2.27R_R < EP \leq 2.73R_R$ | |
| Η $2.73R_R < EP$ | |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ | |

Παρατηρούμε ότι μετά την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο δάμα του κτηρίου η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου μειώθηκε κατά 112,20kWh/m². Το κτήριο πλέον κατατάσσεται στην ενεργειακή κλάση A⁺ και η ενεργειακή του κατανάλωση είναι 22,70kWh/m².

A8.3. Σενάριο 3

Στο επόμενο παράδειγμα θα εξετάσουμε το κτήριο τοποθετώντας τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αλλά χωρίς την γεωθερμική αντλία θερμότητας. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Γραφεία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 8.12. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή

Πίνακας 8.12.. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Γραφεία

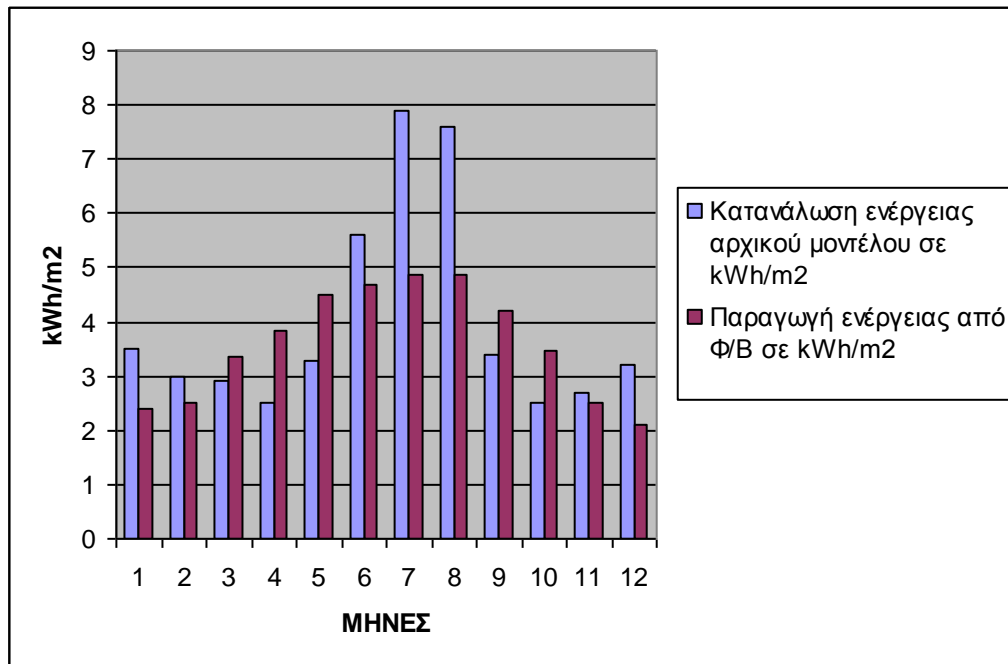
| Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 2.30 | 1.40 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 1.40 | 5.80 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 9.60 | 16.70 | 15.50 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.60 |
| Ζεστό νερό χρήσης | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 8.13. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Μήνες | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ | ΣΥΝ |
| Θέρμανση | 1.50 | 1.10 | 0.90 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.80 | 1.20 | 6.40 |
| Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ψύξη | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.30 | 3.60 | 5.90 | 5.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.80 |
| ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ηλιακή ενέργεια για ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Φωτισμός | 2.00 | 1.80 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 23.90 |
| Φωτοβολταϊκά | 2.50 | 2.60 | 3.50 | 4.00 | 4.70 | 4.90 | 5.10 | 5.10 | 4.40 | 3.60 | 2.60 | 2.20 | 45.20 |
| Σύνολο | 3.50 | 3.00 | 2.90 | 2.50 | 3.30 | 5.60 | 7.90 | 7.60 | 3.40 | 2.50 | 2.70 | 3.20 | 48.10 |



Σχήμα 8.3 κοινή απεικόνιση της πορείας της μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας ανά τελική χρήση ανά τ.μ και της παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β ανά τ.μ και ανά μήνα

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 8.14:

Πίνακας 8.14. Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Γραφεία"

Χρήση: Γραφεία

| Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²) | |
|---|------|
| Ηλεκτρισμός | 4.8 |
| Ηλιακή ενέργεια | 45.2 |
| Γεωθερμία | 0.0 |
| Σύνολο | 48.1 |

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 8.15 που ακολουθεί.

Πίνακας 8.15. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | |
|---|--|--------------------|
| | Κτήριο αναφοράς | Εξεταζόμενο κτήριο |
| Θέρμανση | 17.2 | 18.6 |
| Ψύξη | 72.3 | 51.7 |
| ZNX | 0.0 | 0.0 |
| Φωτισμός | 123.5 | 69.3 |
| Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ | 0.0 | 113.5 |
| Σύνολο | 213.0 | 26.1 |

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 8.16.

Πίνακας 8.16. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

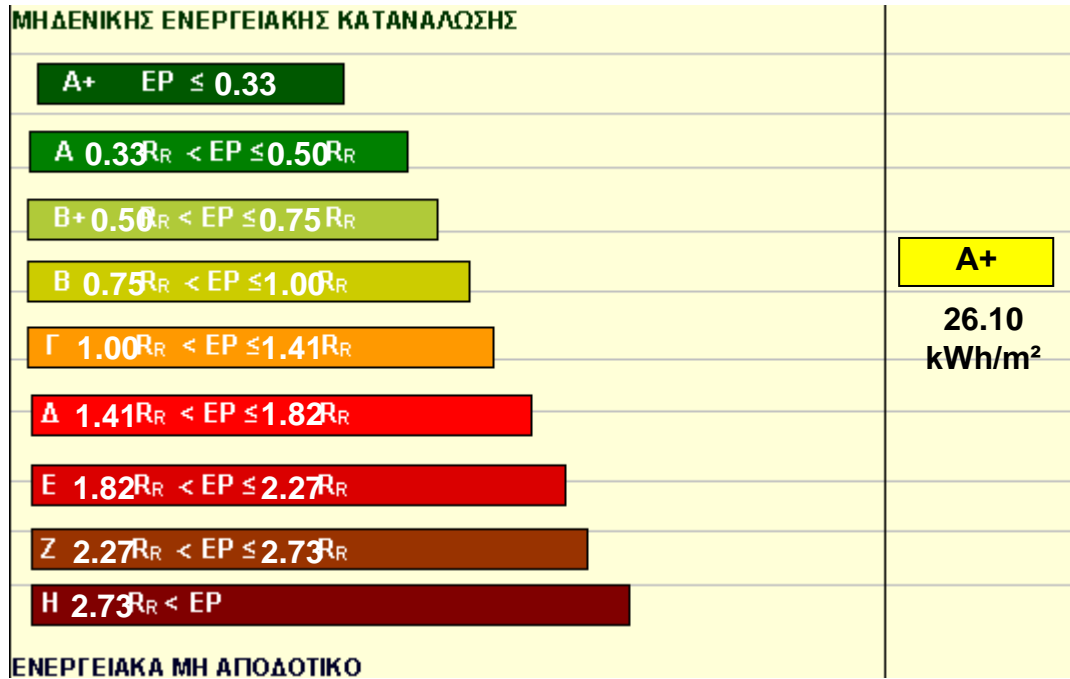
Χρήση: Γραφεία

| Τελική χρήση | Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²) | Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²) |
|-----------------|--|---|
| Ηλεκτρισμός | 4.8 | 4.0 |
| Ηλιακή ενέργεια | 45.2 | 0.0 |
| Γεωθερμία | 0.0 | 0.0 |

A8.3.1. Ενεργειακή κατάξη χρήση κτηρίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 8.15) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.



Από τα αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης προκύπτει ότι η πιο συμφέρουσα λύση, για το κτήριο μας, τόσο ενεργειακά αλλά και σε συνδιασμό με το οικονομικό κόστος, είναι η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελς χωρίς την γεωθεμική αντλία θερμότητας. Το κόστος τόσο των γεωτρήσεων όσο και της γεωθεμικής αντλίας είναι μεγάλο σχετικά με την απόδοση που έχει στο σύστημα μας, με αποτέλεσμα να καθιστά την εγκατάστασή τους μη συμφέρουσα.

A9. Ανάλυση ενεργειακών αποτελεσμάτων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων των ενεργειακών μελετών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες. Πίνακας 9.1 ενεργειακή κατάταξη και κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Πίνακας 9.1

| Τελική χρήση | Κτήριο αναφοράς | Υπάρχον | Σενάριο1 | Σενάριο 2 | Σενάριο 3 |
|--------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Θέρμανση | 17.2 | 18.6 | 18.1 | 18 | 18.6 |
| Ψύξη | 72.2 | 51.7 | 47.6 | 47.6 | 51.7 |
| ZNX | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Φωτισμός | 123.5 | 69.3 | 69.3 | 69.3 | 69.3 |
| Συνησφορά | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 112.3 | 113.5 |
| ΑΠΕ | | | | | |
| Σύνολο | 212.9 | 139.6 | 134.9 | 22.7 | 26.5 |
| Κατάταξη | | B ⁺ | B ⁺ | A ⁺ | A ⁺ |

Το εκτιμώμενο κόστος για τις εργασίες αυτές ανέρχεται σε 360000€ για το Σενάριο 1 (γεωθερμικός εναλλάκτης 35 γεωτρήσεων των 100m βάθους), 860000€ για το Σενάριο 2 (γεωθερμικός εναλλάκτης 35 γεωτρήσεων των 100m βάθους και εγκατάσταση σταθερών φωτοβολταϊκών πάνελ συνολικής εγκαταστημένης ισχύος 157.29 kW) και 700000€ για το Σενάριο 3 (εγκατάσταση σταθερών φωτοβολταϊκών πάνελ συνολικής εγκαταστημένης ισχύος 157.29 kW)

Πίνακας 9.2 Υπολογισμός λειτουργικού κόστους και εκτίμηση περιόδου αποπληρωμής

| Εξοικονόμηση και κόστος (€) | Υπάρχον | Σενάριο1 | Σενάριο 2 | Σενάριο 3 |
|--|----------|----------|-----------|-----------|
| Λειτουργικό κόστος (€) | 18387.01 | 17813.68 | 1834.88 | 1834.88 |
| Αρχικό κόστος επένδυσης (€) | | 360000 | 860000 | 700000 |
| Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | | 4.7 | 116.9 | 113.1 |
| Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%) | | 3.36 | 83.74 | 81.3 |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ Kg/m ² | | 1 | 43 | 43 |
| Περίοδος αποπληρωμής | | 433,6 | 38 | 31 |

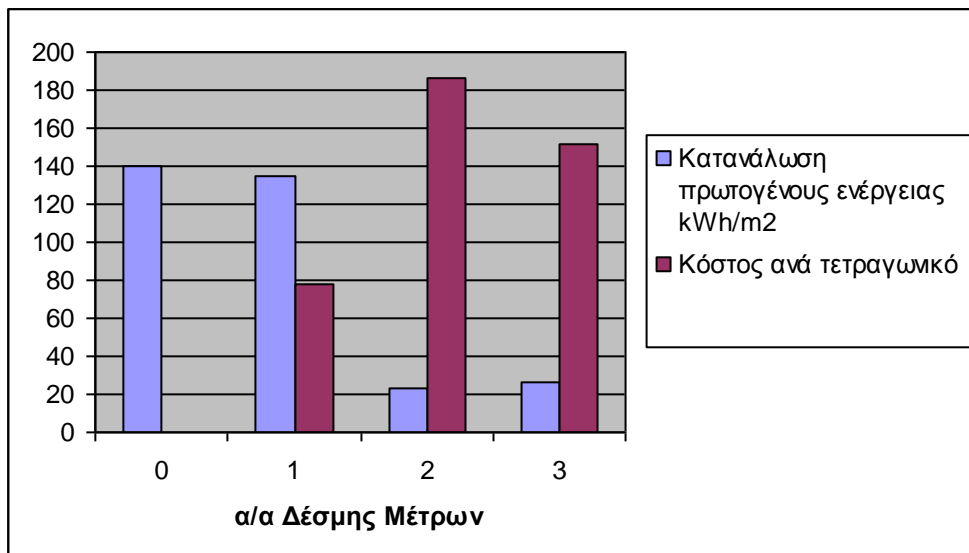
Τα αποτελέσματα των ενεργειακών μελετών για τις παραπάνω δέσμες μέτρων παρουσιάζονται στον πίνακα 9.3. Στον πίνακα περιγράφονται ο συνδυασμός εργασιών ενεργειακής αναβάθμισης και ακολουθεί το εκτιμώμενο κόστος,

Πίνακας 9.3.

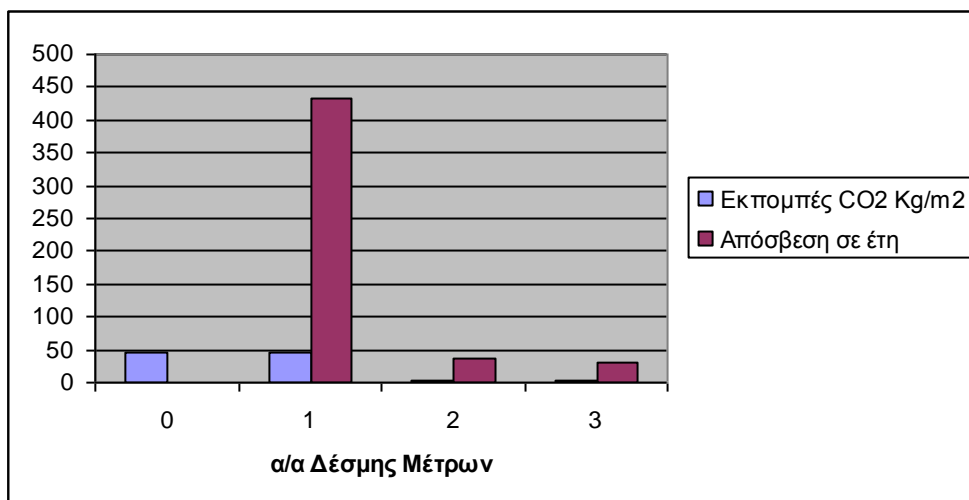
| A/A | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΔΕΣΜΕΣ ΜΕΤΡΩΝ | ΠΡΟΤΥΠΟ | ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ | ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ & ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ | ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ |
| ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ (€) | - | 360000 | 860000 | 700000 |
| ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ (€/m ²) | - | 77.78 | 185.80 | 151,23 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh/m ²) | 139.6 | 134.9 | 22.7 | 26.1 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (kWh/m ²) | 212.9 | 212.9 | 212.9 | 212.9 |
| ΕΝΕΡΓΗΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | B ⁺ | B ⁺ | A ⁺ | A ⁺ |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (kWh/m ²) | 6.4 | 6.2 | 6.2 | 6.4 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΨΥΞΗΣ (kWh/m ²) | 17.8 | 16.4 | 16.4 | 17.8 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (kWh/m ²) | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 23.9 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ (kWh/m ²) | 48.1 | 46.6 | 4.8 | 4.8 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²) | 48.1 | 46.6 | 4.8 | 4.8 |
| ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Φ/Β (kWh/m ²) | - | - | 45.2 | 45.2 |
| ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ kg/m ² | 47 | 46 | 4 | 4 |
| ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m ²) | - | 1.5 | 43.3 | 41.8 |
| ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂ kg/m ² | 41 | 43 | 43 | 43 |
| ΑΠΟΣΒΕΣΗ | - | 433,5 | 38 | 31 |

Συμφώνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 9.3 προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα. Στο πρώτο σχήμα 9.1 απεικονίζεται σε κοινό διάγραμμα η πορεία της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας και παράλληλα η πορεία του εκτιμώμενου κόστους ανά τετραγωνικό, παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας τόσο αυξάνεται το κόστος. Η αύξηση του κόστους είναι τόσο μεγάλη που καθιστά από οικονομικής άποψης τις επενδύσεις μη συμφέρουσες. Στο δεύτερο σχήμα 9.2 απεικονίζεται η πτωτική πορεία των εκπομπών CO₂ και ο εκτιμώμενος χρόνος που απαιτείται για την αποπληρωμή του αρχικού κεφαλαίου της επένδυσης και από εδώ εξάγεται το ίδιο συμπέρασμα η μείωση των εκπομπών CO₂ είναι δισανάλογη με την αύξηση των ετών αποπληρωμής.

Σχήμα 9.1 κοινή απεικόνιση της πορείας της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ανα τ.μ. και του κόστους επένδυσης ανά τ.μ. ανά εφαρμοζόμενη δέσμη μέτρων



Σχήμα 9.2. Κοινή απεικόνιση της πορείας των εκπομπών CO2 ανά τ.μ. και του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης ανά εφαρμοζόμενη δέσμη μέτρων.



Παρατηρούμε λοιπόν ότι το κτήριο γραφείων είναι πολύ κοντά στην επίτευξη της μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Βέβαια όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα των παραπάνω διαγράμματα η επένδυση αυτή από οικονομικής πλευράς είναι μη συμφέρουσα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε μεγάλα κτήρια του τριτογενή τομέα, όπως το κτήριο γραφείων που εξετάζουμε, η επίτευξη μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης είναι πολύ δύσκολη λόγω των υψηλών καταναλώσεων που έχουν τα συστήματα κλιματισμού και φωτισμού.

A10. ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ

Το ενεργειακό ζήτημα αποτελεί εδώ και αρκετά χρόνια κεντρικό θέμα συζήτησης, από την στιγμή που διαπιστώθηκαν από τους επιστήμονες οι επιπτώσεις στο περιβάλλον τόσο της παραγωγής όσο και της κατανάλωσης ενέργειας, αλλά και η μείωση των πλουτοπαραγωγικών πόρων στον πλανήτη. Η επιστημονική κοινότητα βρίσκεται, εδώ και αρκετά χρόνια σε μια προσπάθεια εξεύρεσης λύσεων με στόχο την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και την ορθότερη διαχείριση της.

Η εξοικονόμηση και η ορθολογική χρήση της ενέργειας στον κτηριακό τομέα, ο οποίος αποτελεί και έναν από τους πιο ενεργοβόρους τομείς, αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Στην λογική αυτή έχουν θεσπιστεί νόμοι, προγράμματα και ενεργειακά μοντέλα, στα οποία πλέον θα πρέπει να προσαρμοστούν οι Χώρες της Ευρώπης αλλά και παγκοσμίως. Η χώρα μας όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως στους πολίτες της, να εναρμονίσει την εθνική μας νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008 και προχώρησε στην εφαρμογή του νόμου και στην έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.).

Στην παρούσα διπλωματική, μελετήθηκε ένα νέο κτήριο γραφείων, του οποίου η κατασκευή δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα, και επιχειρήθηκε η μετατροπή του σε κτήριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Το κτήριο αυτό έχει σχεδιαστεί με βάση τον βιοκλιματικό σχεδιασμό αλλά και τις αυστηρές προδιαγραφές του πρότυπου LEED.

Η ενεργειακή μελέτη του κτηρίου έγινε με το λογισμικό του TEE KEvAK, που έχει δημιουργηθεί για την ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, όπως γίνεται στα πλαίσια των ενεργειακών επιθεωρήσεων για την έκδοση πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης. Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης και μετά από τις παρεμβάσεις που κάναμε, το κτήριο εντάχθηκε στα κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι με την εγκατάσταση του γεωθερμικού συστήματος, δεν είχαμε μεγάλη μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου. Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ήταν της τάξης του 3,36% (4,7kWh/m²). Ενώ με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ είχαμε μείωση της τάξης του 81,3% (113,5kWh/m²)

Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως, στο ότι το εξεταζόμενο κτήριο είναι ένα κτήριο γραφείων αρκετά μεγάλης επιφάνειας (4.628m²) με υψηλά φορτία τόσο σε θέρμανση και κυρίως σε ψύξη. Με αποτέλεσμα τα φορτία αυτά να μην μπορούν να αποδοθούν από τις γεωθερμικές γεωτρήσεις. Επειδή όμως η γεωθερμική αντλία θερμότητας έχει υψηλότερο COP (κοντά στο 5) σε σχέση με την συμβατική αντλία θερμότητας είδαμε μια μικρή μείωση στην τελικά κατανάλωση ενέργειας.

Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών έχουμε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα να μειωθεί αισθητά η ενέργεια που ζητείται από το δίκτυο της ΔΕΗ και επομένως και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το ενεργειακό μοντέλο του KEvAK θα πρέπει να βελτιωθεί και κυρίως να προσαρμοστεί στα κλιματολογικά δεδομένα της χώρας, έτσι ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι πιο ακριβή.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με αυξημένη ηλιφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Επομένως οι συντελεστές θερμομόνωσης τόσο στα δομικά στοιχεία όσο και στα ανοίγματα θα πρέπει να υπολογίζονται στο βέλτιστο σημείο, έτσι ώστε τα κτήρια να κερδίζουν τους

χειμερινού μήνες μειώνοντας τα θερμικά τους φορτία, χωρίς να έχουμε αυξημένα φορτία τους καλοκαιρινούς μήνες.

Βιβλιογραφία

1. «Ενεργειακός Σχεδιασμός και Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων Γενικές αρχές Βιοκλιματικού σχεδιασμού» Σημειώσεις του ΤΕΕ, εκδόσεις 2009
2. «bioclimatic architecture», European Commission, Έκδοση Ευρωπαϊκής Επιτροπής 1997
3. Κτήρια χαμηλής Ενεργειακής Κατανάλωσης- Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας», εκδόσεις Τ.Ε.Ε.
4. zerobuildings.gr
5. P.Torcellini, S. Pless, M.Deru, «Zero Energy Building- A critical look at the definition», έκδοση 2006
6. A.J. Marszal, P. Heiselberg, J.S. Bourrell, E. Musall, K. Voss, I. Sartori, A. Napolitano, »Zero Energy Building - A review of definitions and calculation methodologies», έκδοση 2010
7. «Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας» , Εκπαιδευτικό Υλικό ΔΕ4, εκδόσεις Τ.Ε.Ε., έκδοση 2011
8. «Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια», εκδόσεις ΚΑΠΕ 2008
9. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα», εκδόσεις ΚΑΠΕ
10. Χριστοφής Ι. Κορωναίος, «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Διδακτικές Σημειώσεις», έκδοση 2012
11. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, (<http://www.cres.gr>)
12. Ελένη Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, «Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική», εκδόσεις University Studio Press 1985
13. «Βιοκλιματική αρχιτεκτονική» εκδόσεις Univercity Studio Press 1985
14. «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα», εκδόσεις ΚΑΠΕ 2002
15. Κωνσταντίνος Τσίππρας, «Οικολογική Αρχιτεκτονική» ,εκδ. Κέδρος 2005
16. «Κλίμα και εσωτερικό περιβάλλον- Βιοκλιματικός σχεδιασμός Κτιρίων» εκδόσεις Τ.Ε.Ε., έκδοση 2011
17. «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ», εκδόσεις Τ.Ε.Ε. Τ.Ο.ΤΕΕ 20702- 5/2010, έκδοση 2011
18. Ηλίας Ευθυμιόπουλος «Κτήριο και Περιβάλλον» ,εκδόσεις Παπασωτηρίου, έκδοση 2004
19. «Εξοικονόμηση και Ορθολογική χρήση ενέργειας», εκδόσεις ΚΑΠΕ
20. «Πρακτικός Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια», έκδοση Enforce της Ε.Ε.
21. R.Wuifinghoff «REDUCING COOLING LOAD: WINDOWS&SKYLIGHTSD» 1999
22. “Shading systems” European Commission Εκδόσεις Ευρωπαϊκής Επιτροπής, 2000
23. «Ενεργειακός Φωτισμός» εκδόσεις Μάλλιαρης Παιδεία
24. Ζαφειράκης Δ. Καβαδίας Κ.Α. Καλδέλλης Ι.Κ. 2007 “Η αποθήκευση ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή” Περιοδικό Πανελληνίου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων, Τεύχος 401 σελ 28-34
25. Καβαδίας Κ.Α. Νίνου Ι Ζαφειράκης Δ.Π. Καλδέλλης Ι.Κ. 2010 “Βέλτιστη Διατασιολόγηση Υβριδικού Συστήματος Φωτοβολταϊκής Βάσης για Αυτόνομους Τηλεπικοινωνιακούς Σταθμούς” 4^ο Εθνικό Συνέδριο για την Εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Μονάδα Ανανεώσιμων Ενεργειακών Πόρων

- ΕΜΠ,
26. Καλδέλλης Ι., Καλαμπαλίκης Αθ., Κπετανέας Π., 1998 "Σχεδιασμός – Μελέτη Λειτουργίας Αυτόνομης Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης για Απομονωμένο Καταναλωτή», εθνικό συνέδριο για την Εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΕΜΠ – RENES, pp.315-322 Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα
 27. Καλδέλλης Ι., Σωτηράκη Κ., 1999 "Σχεδιασμός- Μελέτη Λειτουργίας Αυτόνομου Νησιωτικού Φωτοβολταϊκού Σταθμού" 6^ο Εθνικό Συνέδριο ΙΗΤ – Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Διεργασιών
 28. "Εκμεταλλεύσιμη Ηλιογενής και Γηγενής Θερμότητα στο Αβαθές Υπέδαφος της Αττικής " Μ. Γρ. Βραχόπουλος, Ι. Παπαγεωργάκης, Τεχνικά Χρονικά ΤΕΕ
 29. "Modeling the earth temperature using multiyear measurements", Mihalakakoy, G., Santamouris, M. and Asimakopoulos D. (1992) Energy and Buildings, 19 (1-9) Elsevier Sequoia
 30. Εκπαιδευτικό υλικό του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές. Τεύχος Πρώτο "Εκπαιδευτικό Υλικό για το Κτήριο"
 31. Sone J.K., Vieira R.K.Parker D.S. Anello MT(1996)
 32. Λάλας Δ. Μπαλάρας Κ.Α., Γάγλιας Α., Μοιρασχέντης Σ., Σαραφίδης Ι., Γεωργοπούλου Ε, Ψωμάς Σ. (2002)
 33. Stephen J Charman Ηλεκτρικές Μηχανές Εκδόσης Τζίολα 2010
 34. ΦΕΚ Α' 114, Π.Δ. 180/1994 « Ενδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων των οικιακών συσκευών με την επισήμανση και την παροχή ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με τα προϊόντα, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 92/75/ ΕΟΚ 1992
 35. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, « Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου-ζεστού νερού» ΦΕΚ 843B/16-11-88 Έκδοση Δ
 36. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86, « Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακώ έργων» ΦΕΚ 67B/04-02-88 Έκδοση Δ
 37. Α.Σ. Χονδρογιάννης, « όργανα και αυτοματισμοί εγκαταστάσεων ύδρευσης & θέρμανσης» Έκδοση Α.Σ. Χονδρογιάννης, ΑΘΗΝΑ 1992
 38. ΕΛΟΤ EN ISO 12464 2008-01-08. Φως- Φωτισμός χώρων εργασίας – Μέρος 1 Εσωτερικοί χώροι εργασίας
 39. ΕΛΟΤ EN ISO 12665 2002-12-11. Φως- Φωτισμός –Βασικοί όροι και κτήρι για τον καθορισμό απαιτήσεων φωτισμού

